

Az alföldi mélyfúrási geofizika fejlődése és perspektívái

M Á R H O F F E R J Ó Z S E F

A szénhidrogén-kutatásban egyre fontosabb szerepet tölt be a mélyfúrási geofizika.

Az előadás foglalkozik az elmúlt évtized legfontosabb ipari karottázs-eredményeivel, új műszerekkel, módszerekkel, értelmezési eljárásokkal és a perforáló eszközök bevezetésével, továbbá a mélyfúrási geofizika előtt álló főbb fejlesztési feladatokkal, különös tekintettel a nagymélységű fúrások karottázs-vizsgálatának lehetőségeire.

В области разведки нефтегазовых месторождений все более значительную роль играет промысловая геофизика.

В работ рассматриваются основные результаты, достигнутые в промысловой геофизике за прошедшее десятилетие, излагаются новые виды аппаратуры, методика проведения работ и интерпретации данных, внедрение перфорирующих устройств и перечисляются основные задачи промысловой геофизики, в частности, промыслово-геофизическое исследование сверхглубоких скважин.

Die Tiefbohrgeophysik spielt in der Kohlenwasserstoffschürfung eine immer wichtigere Rolle. Im Aufsatz werden die wichtigsten Resultate der industriellen Karottage-Messungen, die neuen Methoden und Instrumente und Interpretationsmethoden dargestellt, der Einsatz der Perforations-einrichtungen beschrieben. Weiterhin werden die der Tiefbohrgeophysik bevorstehenden Entwicklungsaufgaben erörtert, mit besonderer Rücksicht auf die Möglichkeiten der Karottage-Untersuchung von ultratiefen Bohrungen.

Az alföldi szénhidrogén-kincsek eredményes kutatásában és gazdaságos feltárásában, az elmúlt két évtized alatt, egyre fokozódó mértékben, mind jelentősebb szerepet játszott a mélyfúrási geofizika. Gyors, dinamikus fejlődésének oka az a törekvés, hogy a nyersanyagkutatás és -feltárás minimális gazdasági befektetéssel, maximális eredményeket érjen el. A karottázs-munkák konkrét feladatait, célkitűzéseit mindig a kutatás, illetve a feltárás egészének helyzete határozta meg. A fejlődés három jól elkülöníthető szakaszra bontható.

Az alföldi mélyfúrási geofizika 1949-ben *Biharnagybajomban* alakult szovjet szakemberek irányításával.

Az első időszak feladata az 1000–2000 m mélységig lefúrt és általában agyagmárga-homokkő összeteket harántolt fúrásokban a szénhidrogéntároló rétegek kimutatása, azok mélységi helyeinek meghatározása és a rétegek megnyitása volt. Ezt elsősorban elektromos karottázs módszerrel – potenciál és gradiens szondákkal, későbbiek során *BKZ*-val, valamint *PS*-görbe alkalmazásával – az adott technikai szinten kielégítően oldották meg. Ebben az időben I db szovjet típusú félautomata szelvényező berendezés üzemelt és ugyanaz a csoport végezte golyós perforátorokkal a rétegmegnyitásokat is.

A munka volumenére jellemző, hogy az I év alatt szelvényezett hossz 100 000 fm-t tett ki, a lövések száma pedig nem érte el az évi 5000-et.

Az 50-es évek végét, a második szakasz elejét az alföldi mélyfúrási geofizika megerősödése, az önálló szakmai vonalvezetés kezdete jellemezte. A vizsgált rétegek részletesebb elemzésére való törekvés szükségessé tette az addig alkalmazott mérési módszerek körének bővítését. Ennek jegyében üzemszerűvé váltak a mikromérések, elkezdődtek a kísérleti radioaktív – természetes és neutron-gamma, valamint az izotópos – mérések. A szélesebb mérési reper-

toár alkalmazása lehetővé tette, hogy egyszerűbb esetekben a tárolók kijelölésén túlmenően, meg lehessen becsülni a porozitás mértékét és szénhidrogéntelítettség fokát.

A megnövekedett munka mennyisége, valamint a kutatási átlagmélység növekedése igényelte a technikai szint további emelését. Megkezdődött a szelvényező berendezések kicserélése korszerűbb 2+1 csatornás magyar berendezésekre. Általános alkalmazást nyertek az egy- és a többeres páncélburkolatú kábelek. Lépések történtek az egységes műszerhitelesítési és karbantartási rendszer bevezetésére.

A végzett munka sokféleségére és mennyiségi növekedésére jellemző, hogy megduplázódott a szelvényezés különböző fajtáinak száma, a bemért szelvényhossz pedig elérte az évi 700 000 fm-t, a perforáló lövések száma túlhaladta az évi 25 000-et.

A második szakasz további eredményeihez tartozik, hogy a mélyfúrási geofizika feladatkörébe sikerült bevonni egyes fúrászműszaki és szénhidrogéntermelési problémák megoldását is.

Ilyen pl. a ferdefúrások nagypontosságú irányítása geofizikai módszerrel. Ennek segítségével számos területen – Hajdúszoboszló, Pusztaföldvár, Szank stb. – sikerült a termelési tevékenységre komoly veszélyt jelentő gázátfejlődést megakadályozni.

Eredményesen működünk közre a gázátfejtődések, pontosabban a másodlagos gázfelhalmozódások kimutatásában, meghatározásában. Ezt a speciális radioaktív mérési módszert a pusztaföldvári mezőben alkalmaztuk először. Azóta eredményeket értünk el a szanki, hajdúszoboszlói, sőt újabban az algyői mezőben is.

A 60-as évek vége a harmadik szakasz eleje újabb, az eddigieknél is nagyobb feladatokat jelent.

Az ország legnagyobb szénhidrogén lelőhelyének – Algyőnek – gazdagságos feltárása és leművelése kötelező erővel kényszerít bennünket az újabb eredmények elérésére.

Ennek jegyében tovább növeltük mérési választékunkat:

- üzemeltettük a laterolog méréseket, majd bevezettük a lyukelektronikás laterolog méréseket, melyeket általában erősen sósiszapos környezetben alkalmazunk,

- rutinmunkává tettük az akusztikus cementméréseket és megkezdtük az akusztikus sebességmérések kísérleti végzését, a rétegek porozitásának megbecsülése céljából,

- eredményes erőfeszítéseket tettünk a radioaktív mérések rendszeres, üzemszerű hitelesítésére,

- radioaktív méréseknél bevezettük a hatékonyabb, nagyobb felbontó képességű szcintillációs műszerek alkalmazását,

- üzemszerűen végezzük a termikus neutronszelvényezést, kísérleteket tettünk a gamma-gamma és az epitermikus neutron-szelvényezés bevezetésére,

- a Szovjetunióból beszereztük az impulzus ütemű neutrongenerátort és megkezdtük alföldi alkalmazhatóságának vizsgálatát,

- befejezéshez közeledik a karottázs folyadékminta-vevő végleges, üzemszerű használatba vétele,

- az utóbbi évben a megsokszorozódott ferdített fúrások irányítására külön csoportot szerveztünk,

– a robbantási munkáknál a zsinórtorpedózás bevezetésével az utóbbi években komoly eredményeket értünk el egyes fúrásműszaki problémák gyors felszámolásában. Munkánk sokrétűsége mellett jelentősen növekedett volumene is. 1969-ben a szelvényezett hossz túlhaladta a 2 millió métert, az évi lövésszám pedig 65 ezer felett volt.

Ezt a nagymérvű karottázs-tevékenységet az Alföldön jelenleg 10 szelvényező és 5 perforáló csoport végzi, melyek technikai hátterét egy több mint 30 főből álló, jól felszerelt technológiai-karbantartó csoport biztosítja.

A munka zömét a *szolnoki*, illetve a *szegedi kirendeltség* végzi. Ezen kívül *Orosházán*, illetve *Egerben* is működik egy-egy szelvényező, illetve perforáló csoportot foglalkoztató *kirendeltségünk*.

Az eddigi eredményekből közvetlenül következnek várható feladataink, melyek alapvetően két csoportra oszthatók:

– az egyik, a szénhidrogén-termelési feladatokban való miniszélesebb körű bekapcsolódás. Ezek közül fontosabbak: a víz-olaj-gáz fázishatár kimutatása, azok változásának nyomonkövetése. A víz- vagy gázbeáramlás helyének kimutatása, intenzitásának meghatározása. A termelőkutak technikai állapotának ellenőrzése, sérülések, meghibásodások kimutatása.

Az ilyen jellegű munkák általában kis átmérőjű, nagy érzékenységű speciális lyukműszerek és különböző tömszelencék alkalmazását igénylik, melyek biztosítását lehetőleg rövid időn belül meg kell oldanunk.

– a másik, a nagymélységű fúrások karottázs műveleteinek végzésére való felkészülés.

Közismert, hogy a nagymélységű fúrással való szénhidrogén-kutatás az Alföldön igen reményteljes. Példa rá, hogy már az első nagymélységű fúrás, a *Makó-I. sz. fúrás* 4155 m-ben nagynyomású szénhidrogén-tároló réteget ütött meg. Ezért üzemünkben fokozott mértékben előtérbe került a nagymélységű fúrások üzemeltésének feladata. 1969. év végén megkezdődött a 6000 m mélységűre tervezett *Hód-I. számú fúrás* mélyítése. A várható nehézségekre jellemző, hogy a lyuk alsó szakaszát fordított olajbázisú öblítő folyadékkal kívánják lemélyíteni és a 6000 m-es talpállásnál 260 C° réteghőmérsékletet és 1000–1200 atm öblítőfolyadék-nyomást terveznek.

Általában a fúrási mélységgel jelentősen növekszik a karottázs műveletek végzésének nehézségi foka, bonyolultsága, melynek oka részben technikai, részben pedig földtani jellegű.

A technikai okok közé sorolható a hőmérséklet és nyomás jelentős növekedése, valamint a mérési közeg – az öblítő folyadék – megváltoztatása erősen sós-, illetve olajbázisúra. Komoly problémát jelenthet a fúrólyuk rossz technikai állapota.

A földtani okok közül legfontosabb, hogy a mélységgel általában nő a rétegsor bonyolultsága, fokozódik a rétegek kompaktsága, csökken a tárolók porozitása és áteresztőképessége. Ilyen körülmények között természetesen a szénhidrogén-tároló réteg kimutatása, a tárolási viszonyok meghatározása nehezebbé, bizonytalanabbá válik.

Tehát egyrészt a különlegesen nehéz technikai körülmények miatt csökken az információszerzés lehetősége, másrészt az adott hagyományos információ mennyisége a bonyolultabb földtani viszonyok miatt nem elegendő az interpretációs feladatok változatlan szintű megoldásához, azaz csökken a mélyfúrások karottázs értelmezésének hatékonysága. E két tényező együttes hatása

rendkívül nehéz helyzetet teremt. Ebből a kiút nyilvánvalóan csak az lehet, hogy a technikai színvonal növelésével fokozni kell a műszerek, eszközök és berendezések mélységkapacitását, hő- és nyomásállóságát, ugyanakkor bővíteni kell az információszerezés lehetőségét új, eddig nem alkalmazott módszerek bevezetésével.

Ezen tények figyelembevételével a nagymélységű fúrások karottázs műveleteinek megszervezése széleskörű, gondos előkészítő munkát igénylő feladat. Ezt a munkát üzemünk több mint 3 évvel ezelőtt kezdte meg.

Ennek keretében először az *NDK*-ban, majd a Szovjetunióban levő speciális hő- és nyomástűrési-vizsgáló berendezésekben többlépcsős, következetes programot hajtottunk végre.

A vizsgálatok eredményeképp megállapítottuk, hogy az általunk használt mérőlánc (karottázs kábel – átmenet – közdarab – fej – lyukműszer vagy szonda) üzembiztosan csak $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ maximális hőmérséklet-értékig és kb. $7-800\text{ atm}$ nyomásig alkalmazhatók. Ugyanilyen eredményre jutottunk a perforárolánc tömítőelemeinek vizsgálatainál.

Ezekután hozzákezdünk az egyszerűbb egyeres csatlakozási rendszer hőállóbb variánsainak kidolgozásához. A nyomótömítéseket „0” gyűrűs tömítésekkel cseréltük fel, az érbevezetés lezárásához pedig olyan gumianyagot kísérleteztünk ki, melyet formalezáróként alkalmazva egyszeri használatra, pár órán keresztül $230\text{ }^{\circ}\text{C} - 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten is biztosítja a teflonba ágyazott érbevezetés szigetelésének mechanikai védelmét. Az így kidolgozott mérőláncot autoklávban többszörösen ellenőriztük és a kapott pozitív vizsgálati eredmények alapján üzemeltettük. Jelenleg 2 szelvényező és 5 perforáló csoportunk használja rendszeresen.

A 7-eres csatlakozási rendszerrel azt a célt tűztük ki magunk elé, hogy a *KGST* szakbizottsága által jóváhagyott $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletre és 1000 atm nyomásra gyárilag garantált szovjet fejeket, speciális szigetelő elemek alkalmazásával $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet felett is üzemképesé tesszük. A csatlakozó rendszer leglényegesebb eleme az *AG-4* típusú üvegszálás műanyag, mely $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet felett is megtartja szigetelési tulajdonságát, nem nedvszívó, mechanikai sajátosságai pedig kiválóak, szakító és hajlító szilárdsága 4000 kp/cm^2 felett van. Ebből az anyagból a mélyfúrások szelvényezésére, megfelelő mennyiség áll rendelkezésünkre. Ezt a 7-eres csatlakozási rendszert teflon alátétek, teflon ágyazások és speciális formalezáró gumik alkalmazásával több esetben $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérséklet felett is megvizsgáltuk. Ezek alapján megállapítottuk, hogy az általunk használni kívánt csatlakozási rendszer $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten és 1300 atm nyomáson üzembiztosan, $240\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten pedig esetenként alkalmazható.

A nagymélységű fúrások szelvényezésére beszereztünk fluoretilén burkolattal bevont 7-eres páncélkábelt, ftoroplaszt burkolatú 1-eres páncélkábelt, valamint teflon szondakábelt, melyekre az autoklávban végzett vizsgálatok $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletnél és 1300 atm nyomásnál megfelelő eredményeket adtak.

A nagymélységű fúrások karottázs műveleteinek előkészítésénél rendkívül fontos a hő- és nyomástűrési vizsgáló berendezés. Ezért már 1966-ban megkezdtük egy hazai – a szolnoki ipartelepünkön felállításra kerülő – karottázs eszközvizsgáló berendezés tervezését, melyben $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ maximális hőmérsékleten és 1500 atm nyomáson, 7 szigetelt kivezetéssel lehet vizsgálatokat végezni.

A több mint 6 millió forintos beruházás gépi felszerelése elkészült, építése azonban a sorozatos határidő-módosítások miatt valószínű csak az 1971.

év folyamán fejeződik be. Így a szükséges kísérleti és üzembeállítási munkálatokat legfeljebb csak egy év múlva tudjuk elkezdni.

A mélyfúrási karottázs műveletek biztosítására az 1969. év elején beszerztünk egy 7000 m mélységkapacitású, *Tátra-138*-as gépkocsira szerelt, *EL-7000* típusú, 10 galvanométeres, elektronikus szelvényező berendezést.

Kedvezőtlen a helyzet a nagy hő- és nyomásálló lyukműszerek vonatkozásában. Bár 200 C° hőmérsékletig, 1000 atm környezeti nyomásig remény van arra, hogy a hagyományos mérési komplexumot – *BKZ*, laterolog, mikro, lyukbőség ferdeség, termo és radioaktív szelvényezés – elvégezzük, azonban 200 C° hőmérséklet felett üzemelő lyukműszerrel pillanatnyilag nem rendelkezünk. Mivel ilyen műszerek külföldről be nem szerezhetők, így csak a hazai erőforrásokra támaszkodhatunk.

Az autoklávban végzett vizsgálatok igazolták, lehetséges 230–240 C° hőmérsékletig a hagyományos szondakábelekkel történő szelvényezés, azonban a várhatóan különleges iszap használatra, valamint a bonyolult rétegsor kétségesé teszik ezek alkalmazásának célszerűségét.

Megrendelésünkre a *Geofizikai Intézet* egy 240 C° hőmérsékleten üzemelő kétparaméteres radioaktív berendezést dolgozott ki, melyet eredményesen próbáltunk ki a *Makó-I.* számú mélyfúrásban 170 C° talpi hőmérsékletnél és 960 atm nyomáson. A tényleges üzembevétel előtt még további terepi kísérleti mérések végzése szükséges.

Nagy hőállóságú laterolog lyukelektronika kidolgozása az *OGIL*-ban folyik. A többi 200 C° hőmérséklet felett garantáltan üzemelő lyukműszer biztosítására egyelőre csak elgondolások vannak.

Nem megoldott a 200 C° hőmérséklet feletti perforálási műveletek végzése sem. Mint azt a legújabb szovjet vizsgálatok kiderítették a robbantóanyagok külső nyomás hatására kb. 20–30 C°-ot vesztenek hőálló képességükből. Ezért szovjet tapasztalatok alapján a külső indítású perforátor helyett, üzemünkben kidolgozás alatt van egy egyszeri használatra alkalmas, zárttestű perforátor típus. Így a hexogénes robbantóláncot 180 C° hőmérsékletig, az oktogénes robbantóláncot pedig 210–220 C° hőmérsékletig tudjuk a közel jövőben alkalmazni. Tudomásunk van arról, hogy az *OKGT Ipari Geofizikai Osztályának* rendelésére a szovjet *VNYII GEOFIZIKAI Int-ben* kipróbáltak egy hazai gyártású, 260 C° hőtűrűsű, úgynevezett tedilén robbantóláncot. A kapott eredmények bár egyelőre nem ipari méretűek, mégis a jövőre vonatkozóan biztatóak.

A nagyértékű mélyfúrásokban végzendő karottázs műveleteknél fokozottabban kell törekedni a munka üzembiztos, balesetmentes végzésére. A szükséges üzembiztosságot gondos, alapos előkészítéssel, a helyszínen tárolt tartalék berendezések, eszközök biztosításával, a technológiai fegyelem maradéktalan betartásával érhetjük el. A munka biztonságát szolgálja a mélyfúrásokban végzett karottázs műveletek során kötelezően használt függesztett lyukkerék alkalmazása. Ugyancsak növeli a munka biztonságát a hódmezővásárhelyi Mérleggyárral közösen kidolgozott rendkívül érzékeny kábelterhelésmérő használata.

A fúrólyukban való biztonságos eljárás érdekében fontosnak tartjuk azokat az *OGIL*-ban folyó munkálatokat, melyek a fúrási lyukfalat igénybevevő rugós szerkezetű lyukműszerek nyitását és zárását felszíni vezérléssel oldják meg.

Hasonló célt szolgál az OGIL által kidolgozott akadályindikátor, melyet üzemünkben is eredményesen próbáltak ki.

A *Hód-I.* sz. mélyfúrás eddig lemélyített szakaszaiban (4278 m-ig) végzett hőmérsékletmérések alapján a várható maximális talpi hőmérséklet nem fogja túlhaladni a $230 - 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ értéket. Ezért a karottázs műveletekre való felkészülésben elsősorban $230 - 240\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőtűrészű eszközök kidolgozására kell az erőket összpontosítani és csak távolabbi perspektívaként kell foglalkozni a $260\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőtűrészű eszközök kialakításával.

A *Hód-I.* számú mélyfúrásra tervezett fordított olajbázisú öblítő folyadék alkalmazása lényegesen csökkenti, sőt gyakorlatilag megszünteti a karottázs információszerzés lehetőségeit. Ilyen viszonyokra ugyanis jelenleg a hőmérséklettől függetlenül is csak a radioaktív méréseket tudnánk elvégezni. Figyelembe véve a mélyfúrási geofizika rendkívüli nehézségeit, valamint a külföldi tapasztalatokat (Krasznodar körzetében 6325 m-es lyukat mélyítették normál iszappal kb. $230\text{ }^{\circ}\text{C}$ talpi hőmérsékletnél) a fordított olajbázisú iszap alkalmazását alaposan meg kell fontolni és csak indokolt esetben, csakis a szükséges mértékben szabad alkalmazása mellett dönteni.

A nagymélységű fúrásokban a bonyolult földtani viszonyok miatt várhatóan csökken a karottázs értelmezés hatékonysága. Ezért törekedni kell minden kapott információ maximális hasznosítására. Ezekben az esetekben célszerű a jelenleg alkalmazott szelektív, csak egyes rétegekre kiterjedő interpretációs módszerről áttérni a teljes rétegsort magába foglaló komplett értelmezési eljárásra.

Ebben sokat segíthetne a gépi programok sokoldalú, széleskörű alkalmazása mélyfúrási interpretációs célokra.

A dolog másik oldala, hogy minden lehetséges módon növelni kell az információ-szerzést. Szakítani kell azzal a téves felfogással, ami a mélyfúrási geofizikát csak a fizikai paraméterek közvetett mérésének körére korlátozza. Továbbiakban a lehetőségekhez képest, mind szélesebb körben alkalmazni kell a közvetlen adatszerzési lehetőségeket.

Ilyen eszköz a Szovjetuniótól beszerzett és kísérleti bevezetés alatt álló *OPT* típusú rétegfolyadék mintavevő.

Már az eddig elvégzett kísérleti műveletek igazolták, hogy a karottázs mérések kiegészítéseként üzembiztosan és gyorsan eldönthető az interpretáció legalapvetőbb kérdése, permeábilis-e a vizsgált rétegösszlet vagy nem. A beáramlás meghatározása esetén a vizsgálatok további finomításával, geokémiai analízissel, többnyire mód van annak meghatározására, hogy az adott tárolóréteg szénhidrogént vagy vizet, illetve gázt vagy olajat tartalmaz-e.

Folyamatban van egy 30 lövetű szovjet oldalfal mintavevő készülék beszerzése. Ennek alkalmazásával bővebb lehetőség nyílik a kőzet paraméterei és a karottázs mérések között közvetlen kapcsolat teremtésére.

Értékes segédinformációt adhat a gázkarottázs alkalmazása is. A fúróiszap és a furadékminta folyamatos kromatográfiai vizsgálatai a Szovjetunióknak éppen olyan területein adtak pozitív eredményeket, ahol a rétegsor bonyolultsága miatt a hagyományos karottázs módszerek alkalmazása csődöt mondott. Említésre méltó, hogy a sztavropoli nagymélységű fúrásokban a gázkarottázs által gyűjtött és mélységileg azonosított furadékminták porozitás-vizsgálata alapján felépített lithológiai szelvény jó egyezést mutatott a később felvett karottázs szelvényekkel.

Végezetül a pillanatnyilag meglevő tényleges nehézségek ellenére kijelenthető, hogy a nagymélységű fúrásokban végzendő karottázs műveletek előkészítésére fordított munka és a nagymérvű anyagi ráfordítások megtérülnek és az esetleges kezdeti eredménytelenségek után mélyfúrásokban is biztosítható a szükséges geofizikai dokumentáció és azok eredményes feldolgozása.

MAGYAR GEOFIZIKA XI. ÉVF. 1 – 2. SZ.

Az SDT—1 digitális terepi szeizmikus berendezés konstrukciós kérdései

VINCZE JÁNOS

A dolgozat azt a konstrukciós elvet ismerteti, mely szerint az építőelemek megválasztása úgy történik, hogy azok nemcsak az adott, hanem más berendezésben is felhasználhatók legyenek. Az SDT—1 szeizmikus berendezés építőelemeiből felépíthető digitális karottázs-berendezés mind az analóg, mind a nukleáris, vagy szónikus karottázsmérésekre; azonos konstrukciós elemeken épül fel a sokcsatornás nukleáris analizátor, valamint a magnetotellurikus, vagy az elektromos mérések digitális rögzítését, továbbá a direkt, vagy FM módon rögzített információk (pl. szeizmikus) digitális átjátszását biztosító berendezés is.

A konstrukciós elv az egyes egységek sokrétű felhasználásával olcsóbb gyártást, ezen keresztül a felhasználók részére alacsonyabb árat biztosít.

Kisebbségi vagy komplex kutatást folytató cégeknek több különböző rendeltetésű berendezés egyidejű üzemeltetése esetén ez a konstrukciós rendszer biztosítja a szükséges tartalékkészlet és szervízkapacitás nagymérvű csökkenését, ezen keresztül az olcsó és biztonságos üzemeltetést.

В докладе излагается применяемый при конструировании аппаратуры принцип сменных блоков, позволяющий использовать отдельные элементы не только в данном виде, но и в других видах аппаратуры. Так например из блоков сейсмической аппаратуры типа СДТ—1 можно построить цифровую каротажную аппаратуру как для аналоговых, ядерных, так и для акустических методов исследования скважин; из аналогичных конструктивных элементов построены многоканальный ядерный анализатор, а также магнитотеллурическая аппаратура, или аппаратура для цифровой записи данных электроразведки, далее, аппаратура для перезаписи в цифровом коде информации, записанной непосредственно или с частотной модуляцией (напр. сейсмической информации).

Рассматриваемый принцип конструирования аппаратуры, благодаря возможности разнообразного использования отдельных блоков, позволяет снизить расходы продукции и тем самым — продажные цены аппаратуры.

Для небольших фирм или в случае проведения комплексной работы с одновременным использованием различных видов аппаратуры такая система конструкции обеспечивает значительное уменьшение необходимого количества запчастей, а также объема сервиса, в связи с чем эксплуатация аппаратуры становится более дешевой и надежной.

Folytatása a 150. oldalon.