

WYKORZYSTANIE PROFILOWANIA NEUTRON-GAMMA PRZY BADANIU NATURALNYCH ZBIORNIKÓW GAZU

UKD 550.835:553.981:550.822

Dla oceny przydatności piaskowców, wytypowanych na kolektor gazu przeprowadzono próbne wtlaczanie powietrza do otworu H-3, położonego w strefie kulminacyjnej zbiornika. Przybliżony obraz nasycenia powietrzem złoża w pobliżu otworu H-3 w czasie zatłaczania postanowiono uzyskać przez zastosowanie metod geofizyki wiertniczej. W celu zrealizowania tego postulatu Centralne Laboratorium Gazownictwa (generalny wykonawca prób) powołało grupę roboczą, w której skład weszli: mgr A. Epsztein i mgr H. Strzelczuk z Centralnego Laboratorium Gazownictwa, mgr J. Krupa i mgr A. Szymborski z Przedsiębiorstwa Poszukiwań Geofizycznych, mgr inż. T. Rokosz z Przedsiębiorstwa Geofizyki Przem. Naft., mgr inż. R. Kalitniuk (w fazie początkowej przed wyjazdem do Nigerii) i mgr inż. L. Roman z Instytutu Geologicznego.

Zespół ten zainicjował, zaprojektował i nadzorował prace z tym związane oraz wykonał następujące dwa opracowania: „Dokumentacja dla pomiarów geofizycznych w czasie próbnego wtlaczania powietrza do zbiorników” i „Interpretacja profili (n , γ) zdjętych przy próbnym zatłaczaniu powietrza do zbiornika”.

W części pierwszej uwzględniono następujące zagadnienia:

- a) technologię próbnego wtlaczania powietrza otworem H-3 do podziemnego zbiornika,
- b) założenie dla budowy i odbioru urządzenia do karotażu neutron-gamma,
- c) niezbędne wyposażenie do przeprowadzenia geofizycznych prac pomiarowych w otworach wiertniczych pod ciśnieniem,
- d) warunki techniczne wykonania pomiarów,
- e) wybór aparatury i parametrów pomiarowych,
- f) wpływ otworu i najbliższego ośrodka na wynik pomiarów,
- g) obliczenie stałych neutronowych ośrodków w pobliżu źródła neutronów.

W wyniku ustaleń zawartych w części pierwszej wybrano dla kontroli próbnego zatłaczania powietrza do zbiornika metodę karotażu neutron-gamma. Na wybór tej metody w znacznym stopniu wpłynęła publikacja L. B. Biermana, J. N. Basina, W. S. Nejmana w miesięczniku „Nieftiegazowaja Geologija i Geofizyka” (1964 r., nr 7): „Ispolzowanije nej-

tronnego gamma-karotaża pri sozdanii i eksploatacii podziemnych chraniliszcz gaza". Dla przeprowadzenia karotażu neutron-gamma dokonano wyboru odpowiedniego detektora i zlecono według ustalonych założeń budowę urządzenia wgłębnego, służy, przygotowanie masztu i bloków krążkowych — urządzeń służących do detekcji wtórnego promieniowania gamma i wprowadzenia sondy do otworu.

W trakcie zatłaczania powietrza pomiary wykonywało Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych przy użyciu wzmiarkowanych urządzeń i według metodyki podanej w części pierwszej. Doświadczenia zdobywane w trakcie wykonywania pomiarów dały podstawę do ulepszenia przygotowanych urządzeń i zaprojektowanej metodyki. W wyniku otrzymano szereg geofizycznych profili otworu (w trakcie tłoczenia sprężonego powietrza), których interpretacja stanowi główną treść części drugiej, gdzie ponadto podano:

- metodykę przeprowadzenia pomiarów,
- opis radiometrycznej sondy tranzystorowej i innych zastosowanych urządzeń oraz
- uwagi w sprawie organizacji prac, zastosowanych urządzeń i techniki pomiarowej.

W otworze H-3 po raz pierwszy w kraju przeprowadzono badania geofizyczne — karotaż neutron-gamma — przy zatłaczaniu do otworu powietrza pod ciśnieniem z użyciem sondy małodymensyjnej i innych urządzeń specjalnie do tego celu zbudowanych. Dzięki dostatecznej szczelności zastosowanych urządzeń i użytym parametrom pomiarowym objęto profilowaniem duży interwał. Zdobyto doświadczenia w zakresie organizacji, techniki i bezpieczeństwa wykonywania tego rodzaju pomiarów oraz wypróbowano i udoskonalono przygotowane do pomiarów aparaturę i sprzęt. W wyniku interpretacji zdjętych profili uzyskano przybliżony obraz nasycenia powietrzem skał kolektora w strefie otworu H-3.

SPÓSÓB PRZEPROWADZENIA POMIARÓW

Dla wzmocnienia, formowania, zliczania i rejestracji sygnałów, przychodzących z sondy, przemieszczanej w otworze wyciągiem karotażowym, posłużono się aparaturą typu PRK-60 produkcji ZSRR. Po zarejestrowaniu natężenia wtórnego promieniowania gamma ze źródłem neutronów w pojemniku zjechało na dół i przystąpiono do pomiarów, nastawiając odpowiednio licznik głębokości, ustalając parametry pomiaru oraz rejestracji i regulując odpowiednio prędkość kabla. Rejestrację natężenia w skali głębokościowej 1:500 wykonywano na mniejszej głębokości a w skali 1:100 na głębokości większej.

Dzięki zastosowaniu specjalnego pojemnika z parafiną i obciążników podwieszonych poniżej sondy nie zachodziła potrzeba demontażu służy za każdym pomiarem. Sondę ze źródłem i obciążnikami, jadąc powoli, wciągano do służy, rejestrowano natężenie ze źródłem w pojemniku parafinowym, zamykano głowicę i wypuszczano ze służy sprężone powietrze, pozostawiając w niej sondę do następnego pomiaru.

Gdy zachodziła potrzeba regulacji i napraw sondy wyciągano ją ze służy nie za pomocą wyciągu karotażowego, lecz wyciągiem ręcznym, zbudowanym na maszcie, używając do tego celu liny nawiniętej na bęben ręcznego wyciągu i przerzuconej przez drugie koło krążka zawieszono do góry masztu. Sprawdzano zawsze czy ze służy zostało wypuszczone powietrze i czy połączenie jodełki otworowej ze służy jest zamknięte. W sondzie, zbudowanej dla pomiarów przy zatłaczaniu powietrza do podziemnego zbiornika znajdowało się 8 liczników BOB-33, połączonych równolegle, a umieszczonych w kadłowej koszulce w dolnej części stalowej osłony o średnicy 40 mm i długości 1 m.

Do górnej części stalowej osłony sondy o średnicy 40 mm przykrecona była głowica, przystosowana do kabla jednożyłowego opancerzonego. Wyjście wtórnego uzwojenia transformatora dołączone było do świecy głowicy.

Do osłony stalowej sondy od spodu przykrecona była przystawka neutronowa. Przystawka składała się

z 4 części: 3 pierścieni-przedłużaczy i przystawki właściwej z ekranem ołowowym oraz karetką na źródło neutronów. Przykręcenie do osłony stalowej tylko karetki właściwej daje najkrótszy rozstaw równy 36 cm. Pozostałe kombinacje dają rozstawy: 46,5 cm; 56,3 cm; 66,3 cm; 76,3 cm. Przed pomiarem głowicę sondy połączono z kablem nawiniętym na bęben wyciągu karotażowego, zamontowany na samochodzie ciężarowym. Sondę z kablem przerzucono poprzez jedno z kół krążka, zawieszono u góry masztu nad pomostem. Przedtem kabel poprowadzono przez koła dwóch bloków krążkowych umieszczonych tuż jeden za drugim, z których drugi pomocniczy został przymocowany do podkładu, zakopanego w ziemi, natomiast drugi właściwy zabudowano na stojakach o wysokości około 1 m. Obróty koła pierwszego bloku poprzez selsin nadawczy przekazywane były kablem elektrycznym do selsina odbiorczego znajdującego się w aparaturze.

Przed pomiarami sprawdzono wytrzymałość i szczelność sondy pod ciśnieniem hydrostatycznym w otworach H-2 i H-7. Po próbie w otworze H-2 zmieniono uszczelnienie między głowicą a stalową osłoną sondy, a po próbie w otworze H-7 dobrano bardziej rygorystycznie liczniki, tak że u 5 z nich początek zliczania występował przy 300 V, u 2 przy 320 V, u jednego przy 280 V. Lawina — nieprzerwane rozładowania — u siedmiu następowała przy 500 V, u jednego przy 480 V.

Po dobraniu liczników zdjęto ich charakterystykę roboczą przy tle naturalnym oraz zwiększonym 4 i 10 razy. Pomiary dla zdjęcia charakterystyki wykonano przy licznikach z koszulką kadłową w osłonie stalowej, w której sondę opuszcza się do otworu. Zdjęto również charakterystykę pracy sondy w zależności od zmian temperatury, uzyskując współczynnik termiczny w zakresie temperatur od 10 do 29°C przy tle naturalnym wielkości +3 imp/1°C, przy tle zwiększonym 10-krotnie +10 imp/1°C.

W celu umożliwienia wprowadzenia sondy z przystawką i obciążnikami do otworu, w trakcie zatłaczania do niego powietrza pod ciśnieniem do 40 atm., zbudowano specjalną dwuczęściową służy. Obie części służy zostały wykonane z rur syfonowych o średnicy 2 1/2", o wymiarach \varnothing 50/64 i o grubości ścianek dostosowanej do grubości rur jodełki. Do obydwu części wpuszczono po 2 kroćce, z których jeden udźwignięto w manometr, a drugi w zasuwkę umożliwiającą odpuszczenie sprężonego powietrza z przestrzeni służy. Łączna długość obu części służy wynosi 8 m. Obie części zostały wyposażone w zasuwki.

Jako masztu użyto 4 słupów drewnianych, wzajemnie u góry połączonych z pomostem około 2 m poniżej połączenia, 15 m wysokość masztu umożliwiła zawieszenie krążka z 2 kołami na wysokości 4 m nad górną częścią służy z gniazdem. Dla umożliwienia wejścia na pomost na jednym z ramion masztu zostały wykonane stalowe szczeble.

Jako obciążników użyto 5 z 6 przygotowanych walców stalowych o długości 1 m każdy i o średnicy 2 cm, zaopatrzonych w odpowiednie uchwyty w celu dołączenia do przystawki neutronowej sondy i łączenia między sobą.

UZYSKANE WYNIKI I ICH INTERPRETACJA

a) Warunki wykonywania profilowania n-y

Profilowanie neutron-gamma wykonywano w 2" rurkach syfonowych, umieszczonych w osi otworu, udźwigniętego w kolumnę rur o średnicy 6 5/8" do głębokości 431,2 m, w kolumnę 9 5/8" do głębokości 73,5 m i 1 1/4" do głębokości 11 m. Kolumna produkcyjna została sferforowana na głębokości 285–310 m. Nominalna średnica otworu na odcinku objętym pomiarami wynosiła 216 mm. Pomiary wykonano w trakcie zatłaczania do otworu sprężonego powietrza, którego skład chemiczny zgodnie z wykonanymi analizami nie uległ (zwłaszcza co do zawartości w nim wodoru) zmianom, mogącym wpłynąć w większym stopniu na wyniki pomiarów. Zachodzące w czasie tłoczenia zmiany ciśnienia powietrza nie wpłynęły w sposób widoczny na otrzymane wyniki, a rozkład manganu w rurach w ot-

worze (szczególnie w rurkach 2-calowych) przyjęto jako równomierny.

W dokumentacji ustalono stałe neutronowe zatłaczane powietrza, które według wyliczeń wynoszą: $\sigma=8,2$ barn, $L_f=1400$ cm, $L_d=92$ cm, $\tau=18,3 \cdot 10^{-4}$ sek, $D=462 \cdot 10^4$ cm²/sek.

Na zarejestrowanych profilach wyraźnie zaznaczają się granice między piaskowcami a łupkami, przy czym te pierwsze wydzielają się podwyższonym natężeniem wtórnego promieniowania gamma. Amplituda tych zmian przy normalnym profilowaniu otworu H-12 z płuczką, bez rur okładzinowych, przy użyciu sondy SRS-2 i aparatury N66K-47 wynosiła 1100 imp/min, natomiast przy pomiarze sondą RST-1/40 w warunkach jak w czasie zatłaczania powietrza, lecz z wodą w otworze — 180 imp/min. Amplituda ta w czasie zatłaczania powietrza może być przyjęta szacunkowo w wysokości 400 imp/min. Stąd wniosek, iż zróżnicowanie krzywej neutron-gamma w warunkach wypełnienia otworu powietrzem jest większe, niż w przypadku wypełnienia otworu płuczką na bazie wodnej.

W warunkach technicznych karotażu, jakie panowały przy zatłaczaniu powietrza do zbiornika, ze źródła polonowo-berylowego do ścian otworu praktycznie dostawały się neutrony o energiach takich samych, jak zaraz po wyjściu ze źródła. Miało to jak się okazało dodatni wpływ na rozdzielczość metody neutron-gamma dla wydzielania różnych odmian litologicznych, i jak się później okazało i dla wyciągania wniosków o wrażliwość nasycenia kolektora powietrzem.

W kolektorze, wypełnionym w stanie naturalnym wodą w mniejszej procentowo ilości niż w skałach otaczających (łupkach), neutrony szybkie w warunkach zatłaczania były mniej spowalniane i w dalszej odległości od źródła pochłaniane, powodując przy sondzie o rozstawie 66,3 cm większy wzrost natężenia na wysokości kolektora niż przy zaprzestaniu zatłaczania i wypełnieniu otworu wodą. Procesy spowalniania i pochłaniania neutronów zachodzące w płaszczyznach przechodzących przez źródło neutronów, poziomych i nachylonych do poziomu pod niedużymi kątami, miały przewagę nad procesami, zachodzącymi w płaszczyznach bardziej stromo nachylonych, w których neutrony szybkie dostają się bliżej detektora i tu dopiero są spowalniane i pochłaniane.

Mimo włączenia w sondzie między bazę tranzystora wyjściowego a jego kolektor dodatkowego oporu dla kompensacji wpływów zmian temperatury na jej wskazania, współczynnik termiczny sondy wynosił przy tle naturalnym $+3$ imp/1°C przy tle zwiększonym 10-krotnie $+10$ imp/1°C. Charakterystyka pracy sondy przy zmiennej temperaturze została wykonana w zakresie temperatur przy tle naturalnym od 10 do 30°C, przy tle zwiększonym 10-krotnie od 10 do 20°C.

b) Interpretacja wstępna.

W trakcie wykonywania pomiarów przy dalszym zatłaczaniu powietrza do otworu H-3, po wykonaniu 9 profili w skali głębokościowej 1:500 i 8 w skali 1:100, wykonano dla bieżących potrzeb kierownictwa prób wstępną interpretację otrzymanych wyników. Pomiaru postanowiono prowadzić dalej, uzasadniając to głównie ich wynikami. Zaprzestano jednak wykonywania profilowania w skali głębokościowej 1:100. Postanowiono wykonać sondowania głębsze dla wybrania odpowiedniego rozstawu i wykonywania tym rozstawem drugich profili tego samego dnia w skali 1:500 po południu.

Za przyczynę mniejszego rozrzutu pomiarów, wykonanych dla sprawdzenia działania sondy i ustalenia optymalnych parametrów pomiarowych sondą RST-1/40 w otworze H-7, uznano niskie rejestrowane tam natężenie w warunkach wypełnienia otworu wodą. Przyczyną opóźnienia terminu rozpoczęcia pomiarów w stosunku do terminów przewidywanych w dokumentacji była niemożliwość uprzedniego wypróbo-

wania pracy sondy w warunkach podobnych do panujących w otworze tłoczonym H-3.

c) Interpretacja końcowa.

Interpretację tę przedstawia się w dwóch wariantach. W wariantcie pierwszym oparto się na selekcji materiału pomiarowego, natomiast w drugim na jednakowym potraktowaniu całego materiału pomiarowego i statystycznym podejściu do wyników.

Wariant I. Na odwiercie H-3 wykonano cały cykl pomiarów neutron-gamma (19 pomiarów w skali głębokościowej 1:500 i 12 pomiarów w skali 1:100), mających na celu przesledzenie procesu rozpraszania się powietrza w kolektorze. Pomiaru te były podstawą interpretacji. Włączano powietrza około 500 Nm³/godz (1 cykl).

Analiza materiału doświadczalnego

Wykonane pomiary nie dostarczyły jednolitego materiału. Sonda, którą zostały wykonane profilowania neutron-gamma nie pracowała w ustalonym reżymie i jej wskazania nie były stabilne. W takiej sytuacji należy przede wszystkim wykonać analizę materiału doświadczalnego pod aspektem jego dalszej przydatności do interpretacji.

Podczas zatłaczania powietrza do kolektora jakiegokolwiek zmiany własności fizycznych mogą zachodzić jedynie w samym kolektorze. Parametry fizyczne nieprzepuszczalnych partii nadległych muszą pozostać bez zmian. Z tego względu łatwo można dojść do wniosku, iż wykonane w czasie zatłaczania kolejne pomiary mogą się różnić między sobą wyłącznie w strefie kolektorowej i że do interpretacji nadają się wszystkie te pomiary, w których w strefie pozakolektorowej wychylenie jest w granicach błędu pomiaru stałe.

W celu dokonania selekcji materiału pomiarowego (wykonanego w skali 1:500), z poszczególnych krzywych zestawiono uśrednione wychylenia. Cały cykl tłoczenia zaznaczał się na krzywych doświadczalnych w trzech etapach.

Etap I obejmujący pomiary 1—6 charakteryzował się wzrostem amplitudy anomalii w strefie sferforowanej. W tym czasie powietrze tłoczone do kolektora nasycało jego pory i wypierając wodę zmniejszało ilość atomów wodoru na jednostkę objętości kolektora. Spowodowało to wzrost amplitudy anomalii neutron-gamma.

Etap II, obejmujący pomiary 6—13, charakteryzował się stałością amplitudy anomalii w strefie sferforowanej i wzrostem amplitudy w partii podległej. Fakty te można wyjaśnić w taki sposób, że przy założonej prędkości tłoczenia powietrza kolektor naprzeciw odcinka sferforowanego uzyskał już (w najbliższym otoczeniu odwiertu) maksymalne nasycenie i rozpoczęło się zauważalne geofizycznie wypieranie wody przez powietrze w strefie leżącej poniżej.

Etap III, obejmujący pomiary 13—16, charakteryzował się wzrostem amplitudy anomalii na całym odcinku. Wzrost ten został najprawdopodobniej spowodowany dalszym zwiększeniem prędkości tłoczenia powietrza. Należy zaznaczyć, iż mimo wydatnego zwiększenia prędkości tłoczenia nie zaznaczył się na krzywych profilowań neutron-gamma wzrost amplitudy anomalii. Można więc stad wyciągnąć wniosek, że wypieranie wody przez powietrze zachodziło wyłącznie na głębokości większej.

Otwór wiertniczy nie miał wpływu na wykonane pomiary. Przy interpretacji profili neutron-gamma analizowano wyłącznie wielkości względne, niezależne od parametrów otworu. Woda, wypełniająca otwór spowodowała widoczny na wszystkich diagramach spadek rejestrowanego wychylenia z 13—15 cm na 3—5 cm, nie mający jednak wpływu na uzyskane wyniki. Zmiany temperatury tłoczonego powietrza, a tym samym zmiany temperatury liczników G-M wpłynęły na charakter pracy sondy; były one jed-

nym z czynników powodujących jej niestabilność. Zachodzące w czasie tłoczenia zmiany ciśnienia powietrza były zbyt małe, aby w jakikolwiek sposób mogły wpływać na otrzymane wyniki. Przy interpretacji należało by dopiero uwzględnić zmiany rzędu kilkuset atmosfer.

Wariant II. Do pomierzonych wielkości natężenia wprowadzono poprawki na zmiany temperatury zatłaczanego powietrza. Wielkość poprawek ustalono w zależności od wielkości natężeń. Cały materiał obserwacyjny podzielono na dwie grupy. Do pierwszej grupy włączono profile od 1 do 9 wykonane wcześniej. Do drugiej grupy włączono profile od 10 do 19 wykonane później. Dla grupy pierwszej i drugiej obliczono średnie. Iloraz średnich powyżej określonej głębokości wynosi 1,12—poniżej 1,51. Ilorazy natomiast średnich takich samych grup ze stałego interwału wynoszą 0,99.

Otrzymane wyniki, uwzględniając fluktuacje statystyczne promieniowania, niestabilizowany reżim, w jakich były wykonywane pomiary — niestabilność pracy sondy z tranzystorami w układzie elektronicznym i charakter zapisu pozwalają na wyciągnięcie następujących wniosków:

1) Wysokość słupa zatłaczanego powietrza w otworze H-3 pozostawała w czasie wykonywania pomiarów geofizycznych praktycznie taka sama, tak że lustro wody utrzymywało się stałe w otworze na określonej głębokości.

2) Uzyskane w okresach przed zatłaczaniem i zaraz po zatłaczaniu prawie niezróżnicowane w pewnym przedziale profile radioaktywne w okresie zatłaczania uległy zróżnicowaniu, tak że powstała granica dzieląca ten przedział na dwie części.

3) W pierwszym okresie zatłaczania wzrost nasycenia kolektora powietrzem znalazł odbicie w profilach geofizycznych tylko w przedziale mniej więcej 3 m, w pozostałych przedziałach kolektora wzrost nasycenia za ten okres nie znalazł odbicia w karotażu.

4) W całym okresie zatłaczania wzrost nasycenia kolektora powietrzem znalazł geofizyczne odbicie w większym przedziale.

Dwa ostatnie wnioski zostały oparte jak już podano na rachunku statystycznym przy podziale materiału zdjęciowego na dwie grupy. Pomimo wydatnego zwiększenia, pod koniec okresu wykonywania próby, prędkości tłoczenia od pewnej głębokości nie zaznaczył się wzrost amplitudy anomalii na krzywych profilowań neutron-gamma.

UWAGI W SPRAWIE ORGANIZACJI PRAC, ZASTOSOWANYCH URZĄDZEŃ I TECHNIKI POMIAROWEJ

Przy podjęciu prac związanych z zatłaczaniem gazu i włączeniu do tej operacji kilku odwiertów zachodzi konieczność zorganizowania w bliskim sąsiedztwie sztucznego złoża stałej bazy geofizyki wiertniczej, która to baza obejmowałaby oprócz grupy, wykonującej prace w terenie, podręczne laboratorium (do napraw oraz cechowania aparatury i sprzętu pomiarowego), wyposażone w zapasowe sondy i inny niezbędny sprzęt, sekcję interpretacyjną, zajmującą się wszystkimi zagadnieniami interpretacyjnymi i metodycznymi, oraz podręczny magazyn na źródło Po-Be.

Zaletą zastosowanej śluzы okazało się to, że jest dwuczęściowa (łatwiejszy transport i montaż), a wadą — wprowadzenie kurki upustowego i manometrowe-

go również w jej górnej części. Kurki te okazały się zbędnymi i zlikwidowano je w czasie montażu. Do górnej części śluzы dospawano pojemnik parafinowy w celu osłaniania źródła neutronowego.

W czasie prac terenowych wypróbowano pełne, pierścieniowe uszczelki gumowe, nakładane na kabel przed podłączeniem sondy, oraz takie same uszczelki przecinane ukośnie i nakładane na kabel przez nacięcie już po połączeniu kabla z sondą. W obu przypadkach uzyskano praktycznie całkowicie zadowalającą szczelność śluzы.

Podstawową wadą masztu okazała się niemożliwość zdemontowania go po uzbrojeniu ujęcia odwiertu kompletem niezbędnych rurociągów. W pracach o charakterze produkcyjnym doprowadziłoby to do konieczności wyposażenia grupy pomiarowej w tyle masztów, ile odwiertów grupa miałaby do obsłużenia i do konieczności montowania masztu przed podłączeniem do każdego z odwiertów niezbędnej sieci rurociągów.

W czasie prac pomiarowych zachodziła konieczność dokręcania uszczelnienia u ujęcia śluzы, z czym wiązała się konieczność wychodzenia pracownika grupy na pomost wieży. Czynność ta stwarza pewne zagrożenie bezpieczeństwa pracy, jeżeli maszt nie jest specjalnie przystosowany do umożliwienia pracownikowi bezpiecznego wejścia na pomost zarówno w dzień, jak i w nocy i niezależnie od pogody. Zaletą zastosowanego na kopalni masztu okazał się podwójny krążek, zawieszony u jego szczytu.

Zastosowana w pracach kopalnianych sonda pomiarowa przysparzała początkowo szereg trudności natury technicznej. Trudności te wynikały z nieprawidłowego uszczelnienia głowicy sondy oraz z niesprawności funkcjonowania jej układu elektronicznego. Usunięciem tych trudności załoga grupy i laboratorium PPG poświęciły wiele wysiłków, dzięki czemu uzyskano możliwość dokonania pomiarów. W sondzie zamieniono wyłącznik grawitacyjny na rtecuiowy, wymieniono stabilizator koronowy oraz zabudowano potencjometr w układzie generatora. Niewygodne okazało się także bateryjne zasilanie sondy i niemożliwość jej włączania oraz wyłączenia bez rozłączania głowicy sondy od jej obudowy. W przyszłości musi się zapewnić możliwość wyłączenia pracy sondy bez jej demontażu, gdyż wprowadzenie w czasie prac kopalnianych pojemnika parafinowego na źródło neutronowe na górnej części śluzы oraz uzupełnienie śluzы dodatkową zasuwą dają możliwość przetrzymywania w czasie przerw w pomiarach sondy z obciążnikami i źródłem w śluzie, pozwalając uniknąć konieczności demontażu śluzы z głowicy otworu po ukończeniu każdego pomiaru.

Jeżeli do uszczelniania ujęcia śluzы stosuje się pełna, pierścieniowa uszczelka gumowa, to należy ją założyć na kabel przed połączeniem kabla z sondą. Należy bezwzględnie pamiętać o tym, że przed demontażem śluzы, a po zamknięciu jej dolnej zasuwy musi się konieczność odpuścić pozostający w niej gaz lub powietrze. Pominięcie tej czynności może doprowadzić do wypadku. Czynności montażu i demontażu śluzы powinna dokonywać załoga grupy, a nie — jak to projektowano — załoga otworu. W związku z tym, iż prace z urządzeniami pozostającymi pod ciśnieniem stwarzają zagrożenia — prowadzenie takich prac w skali produkcyjnej wymaga zapoznania załogi grupy ze szczegółową instrukcją ich wykonywania.

SUMMARY

The present article deals with the following problems: purpose of preliminary works made to use neutron-gamma logging in study of natural gas reservoirs, technique of measurements, conditions of neutron-gamma logging made in bore hole H-3, analysis of experimental materials and interpretation of neutron-gamma profiles taken during test air pressure in two variants.

РЕЗЮМЕ

В статье указывается назначение нейтронного гамма-каротажа в исследованиях естественных газохранилищ и дается описание подготовительного этапа, способа проведения замеров, условий, в каких производилось нейтронное гамма-профиллирование в скважине H-3, анализа полученных опытных данных и интерпретации нейтронных гамма-профилей, полученных при опытном накачивании воздуха в двух вариантах.