

POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45565

Kl. 42 1, 3/51

Akademia Górniczo-Hutnicza*)

Kraków, Polska

Sonda do pomiaru ciężaru objętościowego gruntów sypkich

Patent trwa od dnia 5 sierpnia 1960 r.

Dokładne określanie własności fizycznych gruntów sypkich (piasków) w złożu dla celów budownictwa stanowi do tej pory problem nastroczający duże trudności. Pobieranie prób z dużych głębokości bez naruszenia ich struktury możliwe jest tylko w przypadku skał lub gruntów spoistych. W przypadku luźnych piasków zalegających poniżej zwierciadła wód gruntowych pobranie takich prób bez naruszenia ich struktury stanowi dotąd problem otwarty. W związku z tym stosuje się obecnie metody geofizyczne, które umożliwiają badanie własności fizycznych gruntów w warunkach ich naturalnego zalegania (in situ) bez konieczności pobierania prób.

*) Właściciel patentu oświadczył, że współtwórcami wynalazku są mgr inż. Bohdan Dziunikowski i mgr inż. Jerzy Niewodniczański.

Zagadnienie to posiada szczególne znaczenie w budownictwie wodnym, gdyż w aluwialnych utworach rzecznych piaski z reguły są w pełni nasycone wodą i często znajdują się w stanie bardzo luźnym. W takich warunkach pod wpływem przypadkowych wstrząsów, na przykład wbijania pali, może powstać zjawisko samozagęszczenia gruntu, co może pociągnąć za sobą groźne skutki dla budowy zarówno w czasie wykonawstwa robót jak i w czasie eksploatacji gotowych już obiektów.

Drugim przykładem świadczącym o konieczności dokładnej kontroli stanu fizycznego gruntów może służyć zagadnienie filtracji wody gruntowej. Jest to sprawa zasadniczej wagi przy budowie sztucznych zbiorników wodnych z uwagi na możliwość ucieczki wód pod zaporą.

Stosowana dotąd klasyczna metoda badania stopnia zagęszczenia gruntu w złożu (in situ)

za pomocą ta kzwanej sondy stożkowej, nie daje wymaganej dokładności a jedynie wyniki przybliżone, ponieważ opór mechaniczny badanego ośrodka zależy nie tylko od jego stopnia zagęszczenia, ale także od innych czynników takich jak wilgotność, rodzaj uziarnienia, skład chemiczny itp.

Znana w geofizyce kopalnianej radiometryczna metoda określania ciężaru objętościowego skał za pomocą rozproszonego promieniowania gamma poza rurami zabezpieczającymi otwór, umożliwia określanie względnego ciężaru objętościowego warstw geologicznych w profilu odwiertu. Pomiar bezwzględnej wartości ciężaru objętościowego gruntów sypkich tą metodą jest obarczony dużym błędem, spowodowanym wpływem zmian grubości rur zabezpieczających otwór oraz naruszeniem w czasie wiercenia struktury gruntu poza rurami. Metoda taka wymaga więc stosowania specjalnych rur oraz specjalnej techniki wierceń.

Wspomniane źródła błędów pomiarowych zostają wyeliminowane przy pomiarze ciężaru objętościowego gruntów sondą według wynalazku.

Sonda według wynalazku umożliwia dokonanie bezwzględnego pomiaru ciężaru objętościowego gruntów sypkich zalegających poniżej dna otworu wiertniczego, bez pobierania prób tego gruntu.

Zasada fizyczna tego pomiaru polega na wykorzystaniu zależności pomiędzy natężeniem rozproszonego promieniowania gamma a liczbą elektronów w jednostce objętości badanego ośrodka. Zależność taka istnieje jako pewna funkcja w przypadku ośrodków złożonych z pierwiastków lekkich, których liczba atomowa Z nie przekracza 30. Z kolei liczba elektronów w jednostce objętości jest proporcjonalna do gęstości ośrodka, a w przypadku środowiska niejednorodnego do jego ciężaru objętościowego. Dzięki temu pomiar natężenia promieniowania gamma rozproszonego na elektronach orbitalnych atomów umożliwia oznaczenie ciężaru objętościowego gruntu.

Znając ciężar objętościowy ośrodka oraz ciężar właściwy szkieletu gruntowego można tą drogą, w przypadkach pełnego nasycenia gruntu wodą, określić również jego porowatość.

Na rysunku fig. 1 przedstawia sondę do pomiaru ciężaru objętościowego gruntów sypkich według wynalazku w przekroju wzdłuż osi podłużnej, fig. 2 — szczegół sondy w przekroju

jak na fig. 1 w powiększeniu, a fig. 3 ogólny schemat zestawu urządzeń pomiarowych.

Sonda pomiarowa składa się z dwóch metalowych najlepiej stalowych rur osłonnych o odpowiednio dobranych lecz różnych długościach i różnych średnicach zewnętrznych, które stanowią zarazem osłony dla urządzeń w nich umieszczonych. Górna rura 1 o średnicy zewnętrznej na przykład 35 mm i długości 350 mm jest połączona centrycznie odpowiednio ukształtowanym pierścieniem 2 z dolną rurą 3, której średnica zewnętrzna wynosi na przykład 18 mm, długość zaś 600 mm. Rura 3 jest złączona za pomocą gwintu z grotem stalowym 4, w którym jest umieszczone źródło 13 promieniowania.

Rura 1 jest zamknięta od góry głowicą uszczelniającą, umożliwiającą wodoszczelne wyprowadzenie kabla i połączenie sondy pomiarowej ze znanym przewodem wiertniczym. Głowica uszczelniająca stanowi korpus stalowy 5, w którym znajduje się wycięcie 6 na boczne lub centryczne wyprowadzenie kabla 9.

Korpus 5 jest przykręcony do rury 1 i uszczelniony z nią za pomocą odpowiednich pierścieni stalowych 7, pomiędzy którymi jest umieszczony pierścień gumowy 8.

W rurze 1 jest umieszczony znany układ elektronowy 10, połączony w rurze 3 z chlorowcowym licznikiem 11 Geigera-Müllera. W dolnej części rury 3 umieszczony jest ekran ołowiany 12, który osłania licznik 11 przed promieniowaniem gamma, biegnącym wzdłuż osi sondy ze źródła 13 promieniowania.

Konstrukcję grota 4 przedstawia szczegół A. Wewnątrz grota 4 jest umieszczone źródło 13 promieni gamma zamknięte od góry nagwintowanym trzpieniem 14. Jako źródło promieniowania może być użyty na przykład izotop cezu Cs^{137} o aktywności około 10 mC.

W czasie, gdy nie przeprowadza się pomiarów, grot 4 odkręca się od rury 3 i przechowuje w osobnym pojemniku ołowianym. Po zmontowaniu sondy to znaczy po nakręceniu grota 4 na rurę 3, tak zwana długość sondy czyli odległość między środkiem geometrycznym źródła 13 promieniowania a środkiem długości czynnej chlorowcowego licznika 11 wynosi około 250 mm. Natomiast długość całej sondy to jest od głowicy do grota włącznie nie przekracza 1 m.

Część elektronowa 10 sondy zawiera układ, przesyłający impulsy z chlorowcowego licznika 11 kablem 9 do rejestratora. Rejestratorem jest znany elektronowy lub tranzystorowy przełącznik impulsów, sieciowy lub baterijny, wraz

z zasilaczem stabilizowanym wysokiego napięcia dla chlorowcowego licznika 11 w sondzie. Długość kabla 9, łączącego sondę pomiarową z rejestratorem, może wynosić, zależnie od potrzeby, od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów.

Rodzaj źródła promieniowania, na przykład izotop Cs^{137} , jego aktywność oraz tak zwana długość sondy są dobrane optymalnie w oparciu o szczegółowe badania teoretyczne i doświadczalne. Taki dobór parametrów umożliwia uzyskanie dużej czułości sondy, rzędu $\pm 0,02 \text{ G/cm}^3$.

W celu przeprowadzenia pomiarów ilościowych sonda pomiarowa musi być odpowiednio wycechowana. Cechowanie przeprowadza się w złożu modelowym, które wypełnia się na przykład piaskiem lub żwirkiem filtracyjnym o różnych lecz dokładnie znanych ciężarach objętościowych. Do złoża modelowego wprowadza się sondę pomiarową i obserwuje się jej wskazania to znaczy liczbę impulsów w jednostce czasu. Szerzeg tak przeprowadzonych pomiarów umożliwia ustalenie szukanej zależności pomiędzy częstością zliczeń sondy a ciężarem objętościowym otaczającego (badanego) ośrodka, w wyniku czego otrzymuje się tak zwaną krzywą cechowania. Ten sposób cechowania sondy pomiarowej eliminuje błędy pomiaru, wynikające z naruszenia struktury badanego gruntu na skutek wciskania sondy.

Pomiar ciężaru objętościowego gruntu sondą według wynalazku przeprowadza się w dnie otworu wiertniczego, lub innych wyrobisk na przykład w szurfach, w dnach zbiorników wodnych lub też w warstwach przypowierzchniowych.

Zestaw urządzeń (fig. 3) dla pomiaru przeprowadzonego w dnie otworu wiertniczego składa się z rur wiertniczych 16 zabezpieczających otwór, przewodu wiertniczego 17, do którego przykręca się sondę pomiarową 19 według wynalazku, połączoną za pomocą kabla 18 (9) z rejestratorem impulsów wraz z zasilaczem 15. Sondę pomiarową według wynalazku przykręca się do przewodu wiertniczego 17 na przykład do żerdzi, opuszcza się w dół i wprowadza w badany grunt. Wprowadzenie sondy w grunt następuje przez wcisnięcie jej małodymensyjnego odcinka dolnego, to znaczy grotu 4 i rury 3 aż po pierścieni 2, łączący obie rury osłonne. Po wcisnięciu sondy w grunt przeprowadza się za pomocą rejestratora 15 pomiar częstości zliczeń, to znaczy ilość impulsów dochodzących z sondy w jednostce czasu, co jest wielkością proporcjonalną do natężenia promieniowania.

Liczba zarejestrowanych impulsów nie powinna być mniejsza od 10^4 z czego wynika czas pomiaru, wynoszący około 10 min. Otrzymaną częstość zliczeń interpretuje się na ciężar objętościowy za pomocą krzywej cechowania.

W celu wyeliminowania błędów wynikających z ewentualnych zmian parametrów urządzenia, jak na przykład zmian wartości układu elektronowego, przeprowadza się przed i po każdym pomiarze gruntu pomiar kontrolny sondy zwany standaryzacją. Standaryzację przeprowadza się za pomocą osobnego źródła promieniowania gamma, umieszczonego w stałej geometrii w stosunku do chlorowcowego licznika 11, znajdującego się w rurze 3. Źródło kontrolne sporządzone z tego samego izotopu, co źródło umieszczone w grocie sondy eliminuje dzięki standaryzacji błąd wynikający ze spadku aktywności źródła na skutek jego rozpadu promieniotwórczego.

Ostatecznym wynikiem pomiaru sondą według wynalazku jest średni ciężar objętościowy gruntu w pewnej strefie pomiarowej 20, otaczającej sondę pomiarową. Promień strefy wynosi około 15 cm, przy czym strefa ta zalega na głębokości 20–50 cm poniżej dna otworu.

Pomiar ciężaru objętościowego gruntów sypkich sondą według wynalazku przeprowadza się szybko w ciągu zaledwie kilku minut, pomiar daje dokładne wyniki a urządzenie, które jest łatwe w obsłudze i może być obsługiwane przez jedną osobę.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sonda do pomiaru ciężaru objętościowego gruntów sypkich, zaopatrzona w układ elektronowy, chlorowcowy licznik Geigera-Müllera oraz źródło promieniowania gamma, znamienna tym, że składa się z dwóch, najlepiej stalowych rur (1 i 3) o odpowiednio dobranych lecz różnych długościach i różnych średnicach zewnętrznych, połączonych ze sobą centrycznie pierścieniem (2), z których rura (3) jest zakończona nakręcanym na nią stalowym grotem (4), rura zaś (1) jest zakończona uszczelniającą głowicą zaopatrzoną w gwint do nakręcania jej na przewód wiertniczy, przy czym głowicę stanowi stalowy korpus (5) nakręcany na rurę (1) i uszczelniony z nią pierścieniami (7 i 8), korpus (5) zaś jest zaopatrzony w wycięcie (6) na wyprowadzenie boczne lub centryczne kabla (9).

2. Sonda według zastrz. 1, znamionna tym, że chlorowcowy licznik (11) Geigera-Müllera jest wmontowany w rurę (3) i połączony ze znanym układem elektronowym (10), umieszczonym w rurze (1).
3. Sonda według zastrz. 1 i 2, znamionna tym, że źródło (13) promieniowania gamma stanowi izotop, najlepiej cezu Cs^{137} o aktywności około 10 mC, umieszczony w grocie (4) i zamknięty od góry nagwintowanym trzpie-

niem (14); przy czym źródło (13) promieniowania gamma jest przechowywane wraz z grotem (4) w osobnym pojemniku, a sonda jest wciskana w grunt poniżej dna otworu wiertniczego lub innego wyrobiska swą małą dymensyjną częścią (3 i 4).

Akademia Górniczo-Hutnicza

Zastępca: inż. metalurg — mgr praw

Mieczysław Słomski
rzecznik patentowy

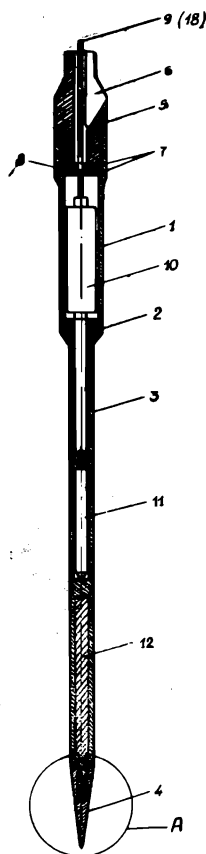


Fig. 1

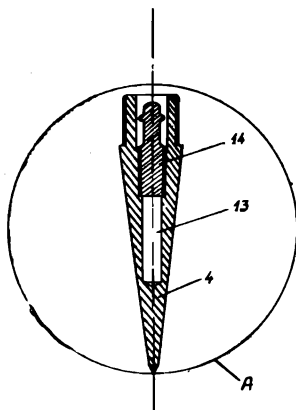


Fig. 2

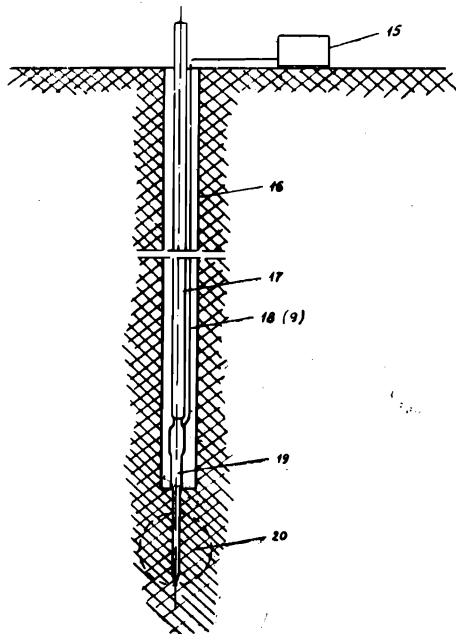


Fig. 3

