

2 BIBLIOTEKA

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

58734

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 30.VII.1966 (P 115 880)

Pierwszeństwo: 30.VII.1965 Francja

Opublikowano: 10.XII.1969

Kl. 42 I, 9/51

MKP G 01 n 1 23/02

UKD

Właściciel patentu: Electricité de France, Paryż (Francja)

Urządzenie do pomiaru wilgotności i gęstości materiału

1 Wynalazek dotyczy urządzenia do pomiaru wilgotności i gęstości materiału zwłaszcza do badania gruntów.

Ostatnio rozwinięto, zwłaszcza w badaniach gruntów, kontrolę techniczną materiałów za pomocą urządzeń wykorzystujących promieniowanie radioaktywne, w których promienie gamma stosuje się do pomiaru gęstości, a neutrony do pomiaru wilgotności. Całkowita zawartość wilgoci wagowo określana jest z tych dwóch pomiarów. Przy stosowaniu znanych urządzeń wilgotność jest określana przez termalizację neutronów prędkich. W tym celu urządzenie wycechowane jest za pomocą znanego materiału i zawiera źródło neutronów prędkich oraz detektor neutronów powolnych, powstających w wyniku rozproszenia neutronów prędkich w materiale. Źródło i detektor są umieszczone z jednej strony badanego materiału.

Znany jest również wilgotnościomierz, w którym źródło neutronów prędkich oraz detektor neutronów powolnych umieszczone są w sondzie, jedno na drugim, na okres przeprowadzania pomiarów.

Detektor neutronów powolnych rejestruje neutrony, których ilość jest uzależniona od ilości jąder wodoru znajdujących się w ośrodku otaczającym przyrząd pomiarowy. Rejestracja neutronów odbywa się tu za pomocą chlorowcowego licznika Geigera — Müllera. Pomiar wymaga użycia standaryzatora służącego, jako konteiner te-

2 renowy wilgotnościomierza oraz do wzorcowania odczytów. Wokół źródła neutronów prędkich i nad nim jest umieszczony filtr, zadaniem którego jest oddzielenie źródła neutronów od licznika.

5 Urządzenia te jednak mają wady, wynikające głównie z wpływu charakterystyk badanego materiału na wynik pomiaru, a w szczególności: objętość badanego materiału, określona przez promień obszaru rozpraszania emitowanych neutronów, zależna jest od właściwości rozpraszających tego materiału, a ponieważ te ostatnie są funkcją zawartości wodoru, więc objętość badanego materiału zmienia się wraz z jego wilgotnością; 10 uzyskane wyniki nie odpowiadają wartości średniej wilgotności całej mierzonej objętości, gdyż 15 warstwy zewnętrzne obszaru rozpraszania są mniej czułe na wykrywane promieniowanie, niż warstwy bliższe nadajnika; a ponadto fakt, iż detektor i źródło neutronów są umieszczone po jednej 20 stronie badanego materiału, przeważnie na jego powierzchni, lub w sondzie zanurzanej do gruntu, powoduje, szczególnie w przypadku badania gruntów w terenie, duży wpływ stanu powierzchni na 25 wynik pomiaru i wymaga stosowania poprawek na czas rozdzielczy układu i tło naturalne.

30 W celu wyeliminowania tych wad próbowano zastosować przepuszczenie neutronów termicznych przez materiał (źródło emitujące wyłącznie neutrony termiczne i detektor były więc umieszczone po obu stronach badanego materiału), według za-

sady stosowanej przy przepuszczaniu promieni gamma, co było dogodne dla pomiaru gęstości materiału. Jednakże przy pomiarach wilgotności nie były dotychczas stosowane urządzenia wykorzystujące przechodzenie neutronów, możliwe do zastosowania w terenie. Próby przepuszczania neutronów termicznych nie przekroczyły stadium laboratoryjnego, gdyż grubość badanej próbki nie przewyższała kilku centymetrów.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie powyższych wad i skonstruowanie urządzenia, w którym sonda umieszczona w badanym gruncie zawiera źródło neutronów prędkich, a zespoły detekcyjne pozostają na powierzchni gruntu i reagują jedynie na neutrony o energii przewyższającej poziom termiczny, co pozwala ograniczyć pomiar do neutronów, które przeniknęły materiał od źródła do detektora, unikając wpływu neutronów wytwarzanych w badanym materiale przez dyfuzję, ponadto pomiar wilgotności badanego materiału za pomocą neutronów połączyć z pomiarem gęstości tego materiału dokonany za pomocą promieni gamma.

Cel ten osiągnięto przez to, że zespoły detekcyjne neutronów i promieni gamma, przy czym źródła neutronów prędkich i promieni gamma oraz zespoły detekcyjne są umieszczone z dwóch stron badanego materiału, mają filtr umieszczony pomiędzy badaną próbką materiału i detektorem neutronów termicznych, który nie przepuszcza neutronów termicznych przez co zespoły detekcyjne są czułe jedynie na neutrony wychodzące z badanego materiału o energii przewyższającej poziom termiczny.

Urządzenie według wynalazku zawiera nadajnik w postaci połączonych ze sobą źródeł neutronów prędkich i promieniowania gamma oraz zespoły detekcyjne w postaci co najmniej jednego detektora neutronów termicznych i jednego detektora promieniowania gamma, a zespoły detekcyjne są czułe jedynie na neutrony o energii przewyższającej poziom termiczny. Urządzenie jest skonstruowane w ten sposób, że jego nadajnik i zespoły detekcyjne umieszczone są po obu stronach badanej próbki. Natężenie promieniowania wykrytego przez oba detektory, przy określonych źródłach tego promieniowania, pozwala po wycechowaniu urządzenia, na jednoczesny pomiar wilgotności i gęstości próbki i na tej podstawie określać całkowitą wagową zawartość wilgoci.

Urządzenie według wynalazku przeznaczone zwłaszcza do mierzenia wilgotności gruntów, zawiera nadajnik promieniowania umieszczony w wydrążeniu pręta, który jest zagłębiany w grunt oraz dwa zespoły wykrywające z których każdy posiada detektor neutronów termicznych, oraz detektor promieniowania gamma. Podczas pomiarów zespoły te są umieszczone na powierzchni gruntu symetrycznie w stosunku do wyżej wymienionego pręta. Ogólny wynik pomiaru jest określony jako średnia promieniowania wykrytego przez poszczególne zespoły. Pozwala to na wyeliminowanie wpływu błędów wzajemnego położenia pręta i de-

tektorów przy umieszczaniu urządzenia na powierzchni gruntu.

Urządzenie według wynalazku zostanie poniżej opisane na podstawie przykładu jego wykonania pokazanego na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schematycznie w widoku z boku urządzenia do jednoczesnego pomiaru wilgotności i gęstości gruntu, fig. 2 — urządzenie w widoku z góry (ze zdjętymi pokrywami), a fig. 3 — w przekroju detektor neutronów termicznych z moderatorem hamującym i filtrem, który stanowi obudowę detektora.

Urządzenie zawiera pręt 3 który umieszcza się w otworze 2 badanej próbki 1 gruntu. W dolnym końcu pręta 3 umieszczone jest źródło 4 neutronów prędkich na przykład w postaci mieszaniny ameryku i berylu, które w stosunku do radu, daje tę korzyść, że nie wysyła promieni gamma o dużej energii. Nad źródłem 4 neutronów jest umieszczone źródło 5 promieniowania gamma na przykład w postaci cezu 137. Otwór 2 jest osłonięty przewodnikową rurą 6, której górna część 7 wystaje nad powierzchnią gruntu, a dolna część 9 jest zamknięta.

Część 7 jest otoczona korpusem odbiornika 8, który jest zaopatrzony w swojej części środkowej w element centrujący w postaci kulowego przegubu 10, opartego elastycznie na sprężynach, połączonych z gniazdem kulistym 12. Przegub 10 ma wydrążony otwór osiowy 13, w którym osadzona jest rura przewodnikowa 6, w części końcowej 14 otwór ten ma zmniejszoną średnicę, umożliwiającą jednak przejście pręta 3.

W dwóch przestrzeniach 17 i 18, wykonanych w korpusie odbiornika po obu stronach przegubu 10, umieszczona jest aparatura elektroniczna, na przykład wstępne wzmacniacze 19, 20, włączone do obwodów pomiarowych. Na końcach korpusu w ten sam sposób umieszczone są dwie jednakowe skrzynki 21, 22, z których każda zawiera detektor DG promieniowania gamma i detektor DN neutronów, umieszczone kolejno od środka ku brzegowi urządzenia.

Detektory te, o kształcie przeważnie cylindrycznym, są umieszczone we wgłębieniach 23 i 24, wykonanych w dnie skrzynki. Wgłębienia te mogą nieco zagłębiać się w grunt, co pozwala na duże zbliżenie detektorów możliwie blisko na powierzchni badanej próbki gruntu. Dla polepszenia styku i stateczności urządzenia jedna ze skrzynek na przykład skrzynka 22, jest połączona z korpusem odbiornika za pomocą przegubowego czopa 25, który przez zastosowanie ogranicznika 26, pozwala na obrót skrzynki jedynie o kąt 10°. Wynika stąd, że takie rozwiązanie połączenia umożliwia lepsze dostosowanie odbiornika do ewentualnych nierówności powierzchni gruntu lub odchyleń od prostopadłego kierunku otworu.

Przewody łączące 27, 28 zapewniają połączenie detektorów neutronów ze wstępnym wzmacniaczem 20, a przewody 29, 30 łączą detektory promieniowania gamma z wstępnym wzmacniaczem 19. Pozostałe przewody 31, 32 (fig. 1) są przewo-

dami zasilającymi odbiornik oraz łączącymi z powszechnie stosowaną znaną aparaturą wzmacniającą i rejestrującą.

Na fig. 3 pokazano detektor neutronów DN w przekroju. Znana lampa detekcyjna 33 na przykład z fluorkiem boru, reagująca na neutrony termiczne, jest umieszczona w środku moderatora 34 który stanowi na przykład parafina. Masa moderatora styka się z filtrem który stanowi obudowa detektora wykonana z warstwy indu 35 i warstwy kadmu 36. Filtr ten praktycznie biorąc całkowicie eliminuje padające neutrony termiczne, przepuszczając znaczną część neutronów o energii przewyższającej poziom termiczny, to znaczy przepuszczając neutrony epitermiczne i prędkie.

Neutrony te oddziałują więc na detektor 33 po obniżeniu ich poziomu energetycznego wewnątrz spowalniającego neutrony moderatora 34. Na przykład uzyskuje się dobre wyniki stosując filtr nie przepuszczający neutronów o energii mniejszej od 1 eV, tj. wykrywając neutrony, których wartość energii przy wyjściu z badanej próbki jest zawarta między 1 eV, która to wartość jest ograniczona przez filtr i 5 MeV, którą to wartość daje promieniowanie źródła energii.

W rzeczywistości jednak promieniowanie o małej energii ma niewielkie szanse przedostania się poprzez moderator parafinowy i największa część wykrywanego promieniowania ma energię zawartą między 0,1 MeV i 5 MeV. Badania wykazują, że wyniki pomiarów za pomocą urządzenia według wynalazku doskonale odwzorowują wilgotność materiału zawartego między źródłem i detektorem. Dokładność względna pomiarów wilgotności wynosi około 2% przy grubości warstwy gruntu 35 cm.

Stosowanie urządzenia według wynalazku daje następujące korzyści, zwłaszcza przy badaniach gruntu: objętość badanego materiału nie jest ograniczona i bardzo mało zmienia się w funkcji wilgotności, wyniki pomiarów są bardzo zbliżone

do wartości średnich, wyniki pomiarów nie zależą od stanu powierzchni badanego gruntu oraz ta sama próbka materiału służy jednocześnie do pomiaru wilgotności i gęstości.

Zastrzeżenia patentowe

1. Urządzenie do pomiaru wilgotności i gęstości materiału zawierające źródło neutronów prędkich i źródło promieni gamma oraz zespoły detekcyjne neutronów i promieni gamma, przy czym źródła neutronów i promieni gamma oraz zespoły detekcyjne są umieszczone z dwóch stron badanego materiału, **znamiennie tym**, że ma filtr umieszczony pomiędzy badaną próbką materiału, a detektorem neutronów termicznych, który nie przepuszcza neutronów termicznych przez co zespoły detekcyjne są czułe jedynie na neutrony wychodzące z badanego materiału o energii przewyższającej poziom termiczny.
2. Urządzenie według zastrz. 1, **znamiennie tym**, że zespoły detekcyjne neutronów stanowią detektor promieniowania gamma i detektor neutronów termicznych otoczony moderatorem spowalniającym do poziomu termicznego neutrony, które przeniknęły przez filtr.
3. Urządzenie według zastrz. 1 i 2 **znamiennie tym**, że źródło neutronów prędkich i źródło promieni gamma umieszczone są w pręcie (3) osadzonym na przegubie kulowym (10), umożliwiającym centrowanie rury przewodnikowej, zamocowanym na korpusie (8) zawierającym dwie skrzynki z których przynajmniej jedna jest przymocowana do korpusu (8) za pomocą przegubowego czopa (25) pozwalającego na obrót skrzynki ograniczony ogranicznikiem (26), w których to skrzynkach znajdują się detektory neutronów termicznych (DN) i detektory promieni gamma (DG), rozmieszczone symetrycznie względem pręta (3).

