

Grawimetr balistyczny

Przedmiotem wynalazku jest grawimetr balistyczny, przyrząd mający zastosowanie do dokładnych pomiarów przyspieszenia siły ciężkości w geofizyce, geologii poszukiwawczej i geodezji.

Znane grawimetry balistyczne są opisane w monografii autorstwa Zbigniewa Fajkiewicza, zatytułowanej „Grawimetria stosowana” i wydanej przez Wydawnictwo Naukowo-Dydaktyczne Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie w 2007 r. Pierwszy z tych grawimetrów zawiera interferometr Michelsona umieszczony w próżni i mający jedno ramię zorientowane pionowo, a drugie poziomo. Źródłem światła w tym interferometrze jest laser, a detektorem prążków interferencyjnych fotodioda. Wzdłuż pionowego ramienia tego interferometru spada zwalniany mechanicznie pryzmat odbijający światło. Spadający pryzmat powoduje zmianę różnicy dróg optycznych i przesuwanie w czasie prążków interferencyjnych, wykrywane przez fotodiode. Przyspieszenie siły ciężkości jest obliczane na podstawie wysokości położenia spadającego pryzmatu i czasu, w którym znajdował się na tej wysokości.

Z tej samej monografii jest też znany grawimetr działający na opisanej uprzednio zasadzie z tą różnicą, że pryzmat odbijający światło jest najpierw podrzucany przez podzespół mechaniczny w rurze próżniowej, a potem spada swobodnie i położenie tego pryzmatu jest rejestrowane za pośrednictwem prążków interferencyjnych zarówno podczas ruchu w górę, jak i w dół.

Również w monografii autorstwa Marcina Barlika oraz Andrzeja Pachuta, zatytułowanej „Geodezja fizyczna i grawimetria stosowana” i wydanej przez Oficynę Wydawniczą Politechniki Warszawskiej w Warszawie w 2007 r. są opisane grawimetry balistyczne zbudowane analogicznie, jak wcześniej przedstawiony grawimetr ze

spadającym pryzmatem z monografii Zbigniewa Fajklewicza. Przyspieszenie siły ciężkości z użyciem tych grawimetrów jest wyznaczane również na takiej samej zasadzie, jak poprzednio opisana.

Istota rozwiązania według wynalazku polega na tym, że grawimetr balistyczny zawiera szczelnie zamknięte naczynie, z którego odpompowano powietrze, umieszczone w płaszczyźnie pionowej, składające się z pionowej rury spadkowej, zaopatrzonej na górnym końcu w kran dozujący, którego kurek ma kulistą wnękę. Kran dozujący jest połączony od góry z wylotem lejka, wypełnionego jednakowymi kulkami, przy czym kulka zajmująca najniższe położenie znajduje się we wnęce. Górna część lejka przechodzi w poziomą rurę górną. Dolna część rury spadkowej ma rozszerzenie, w którym została przymocowana płytką oporowa, a na niej jest zamocowany element piezoelektryczny, wykonany korzystnie z tytanianu baru $BaTiO_3$, z przymocowanym do niego od góry ukośnie ściętym zderzakiem. Rozszerzenie przechodzi w poziomą rurę dolną, która z kolei przechodzi w pionową rurę zamykającą, połączoną górnym końcem z poziomą rurą górną. Rura zamykająca jest połączona z króćcem, zamykanym kranem próżniowym oraz z boczną rurką, połączoną z wakuometrem. Rura spadkowa, kran dozujący z kurkiem, lejek, rury górna, dolna i zamykająca są wykonane z materiału przezroczystego, korzystnie z polimetakrylanu metylu. Na rurę spadkową i rurę zamykającą są nałożone obejmy, mocujące te rury do prostokątnej pionowej płyty tak, żeby rura spadkowa była równoległa do pionowej krawędzi tej płyty, a ponadto do górnej części płyty są przymocowane w pobliżu jej narożników libelle pudełkowe. Do środkowej części płyty pionowej jest przymocowana pozioma oś, wykonana z materiału elektroizolacyjnego i przechodząca przez otwór we wsporniku, też wykonanym z materiału elektroizolacyjnego, którego dolny koniec jest przymocowany do podstawy,

zaś górny koniec wspornika ma prostopadłościennie wycięcie, z którego wystaje zewnętrzny koniec osi. Od góry we wspornik jest wkręcany ręcznie wkręt, którego dolny koniec dotyka osi i ustala jej pozycję. Elektrody elementu piezoelektrycznego są przyłączone przewodami, przechodzącymi przez otwory w płycie do dwóch metalowych odizolowanych o siebie pierścieni kolektora, osadzonych na wystającym ze wspornika końcu osi i z tymi pierścieniami kontaktują dwie sprężyste metalowe szczotki, wykonane korzystnie z brązu berylowego oraz przymocowane do wspornika i przyłączone dwoma przewodami do wejścia oscyloskopu cyfrowego z pamięcią, przymocowanego do podstawy.

Zaletami rozwiązania według wynalazku są łatwe powtarzanie pomiarów, prosta obsługa i cyfrowa rejestracja prędkości końcowej spadających kulek.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia widok grawimetru balistycznego z przodu, fig. 2 pokazuje jego widok z góry, natomiast fig. 3 przedstawia widok tego grawimetru z boku.

Grawimetr balistyczny zawiera szczelnie zamknięte naczynie, z którego odpompowano powietrze, umieszczone w płaszczyźnie pionowej, składające się z pionowej rury spadkowej 1, o długości 1 m i średnicy 15 mm, zaopatrzonej na górnym końcu w kran dozujący 2, którego kurek 3 ma kulistą wnękę 4. Kran dozujący 2 jest połączony od góry z wylotem lejka 5, wypełnionego jednakowymi kulkami 6, przy czym kulka zajmująca najniższe położenie znajduje się we wnęcie 4. Górna część lejka 5 przechodzi w poziomą rurę górną 7. Dolna część rury spadkowej 1 ma rozszerzenie 8, w którym została przymocowana płytką oporowa 9, a na niej jest zamocowany element piezoelektryczny 10, wykonany z tytanianu baru $BaTiO_3$, z przymocowanym do niego od góry ukośnie ściętym zderzakiem 11. Rozszerzenie 8 przechodzi w poziomą rurę

dolną 12, która z kolei przechodzi w pionową rurę zamykającą 13, połączoną górnym końcem z poziomą rurą górną 7. Rura zamykająca 13 jest połączona z króćcem 14, zamykanym kranem próżniowym 15 oraz z boczną rurką 16, połączoną z wakuometrem 17. Rura spadkowa 1, kran dozujący 2 z kurkiem 3, lejek 5, rury górna 7, dolna 8 i zamykająca 13 są wykonane z polimetakrylanu metylu. Na rurę spadkową 1 i rurę zamykającą 13 są nałożone obejmy 18, 19, 20, 21, mocujące te rury do prostokątnej pionowej płyty 22 tak, żeby rura spadkowa 1 była równoległa do pionowej krawędzi tej płyty, a ponadto do górnej części płyty 22 są przymocowane w pobliżu jej narożników libelle pudełkowe 23, 24. Do środkowej części płyty pionowej 22 jest przymocowana pozioma oś 25, wykonana z materiału elektroizolacyjnego i przechodząca przez otwór we wsporniku 26, też wykonanym z materiału elektroizolacyjnego, którego dolny koniec jest przymocowany do podstawy 27, zaś górny koniec wspornika 26 ma prostopadłościennie wycięcie, z którego wystaje zewnętrzny koniec osi 25. Od góry we wspornik 26 jest wkręcany ręcznie wkręt 28, którego dolny koniec dotyka osi 25 i ustala jej pozycję. Elektrody elementu piezoelektrycznego 10 są przyłączone przewodami 29, przechodzącymi przez otwory w płycie 22 do dwóch metalowych odizolowanych o siebie pierścieni kolektora 30, osadzonych na wystającym ze wspornika 26 końcu osi 25 i z tymi pierścieniami kontaktują dwie sprężyste metalowe szczotki 31, wykonane z brązu berylowego oraz przymocowane do wspornika 26 i przyłączone dwoma przewodami 32 do wejścia oscyloskopu cyfrowego z pamięcią 33, przymocowanego do podstawy 27.

Zasada działania grawimetru balistycznego polega na tym, że przez obrót płyty 22 i dokręcenie śruby 28 ustawia się rurę spadkową 1 w pozycji pionowej, co jest kontrolowane za pomocą libelli pudełkowych 23 i 24. Obracając kurek 3 powoduje się,

że jedna z kulek 6, znajdująca się najniżej w lejku 5 wpada do wnęki 4 i następnie ta kulka jest wprowadzana do górnego końca opróżnionej z powietrza rury spadkowej 1, w której spada swobodnie pod działaniem siły ciężkości. Po osiągnięciu dolnego końca rury spadkowej 1, spadająca kulka zajmuje pozycję 34 i uderza w górną powierzchnię zderzaka 11, a następnie stacza się do dolnej rury 12, zajmując pozycję 35. Uderzenie kulki w zderzak 11 powoduje ściśnięcie elementu piezoelektrycznego 10 i wytworzenie w nim impulsu napięcia, który jest obrazowany przez oscyloskop cyfrowy 33 i zapisywany jego pamięci. Ponieważ prędkość uderzenia kulki jest zależna od przyspieszenia siły ciężkości w rurze spadkowej 1 i amplituda impulsu napięcia wytwarzanego przez element piezoelektryczny 10 też zależy od prędkości uderzenia kulki, to znając stałą elementu piezoelektrycznego 10 można obliczyć przyspieszenie siły ciężkości w rurze spadkowej 1. Opisane czynności można powtarzać z pozostałymi kulkami 6, znajdującymi się w lejku 5 i na podstawie obliczonych dla spadku każdej z tych kulek przyspieszenia siły ciężkości wyznaczyć wartość średnią tego przyspieszenia i jego niepewność pomiarową. Po wykorzystaniu wszystkich kulek 6, które były w lejku 5, kulki znajdują się w dolnej rurze 12. Wtedy odkręca się ręcznie śrubę 28 i obraca płytę 22 w lewo, powodując w ten sposób przetoczenie kulek z dolnej rury 12 poprzez rurę zamykającą 13 i górną rurę 7 z powrotem do lejka 6. Po pionowym ustawieniu płyty 22 i rury spadkowej 1, sprawdzonym przy pomocy libelli pudełkowych 23 i 24 oraz dokręceniu śruby 28 grawimetr jest gotowy do pomiarów w poprzednio opisany sposób. Wykonanie naczynia, składającego się z rury spadkowej 1, kranu dozującego 2 z kurkiem 3, lejka 5, rur górnej 7, dolnej 8 i zamykającej 13 z polimetakrylanu metylu, umożliwia kontrolę położenia kulek i zapewnia dostateczną wytrzymałość tych elementów. Ponadto opróżnienie zamkniętego naczynia z powietrza poprzez kran

próżniowy 15 i króciec 14, przyłączany do pompy próżniowej, eliminuje błąd systematyczny, który byłby spowodowany oporem ruchu podczas spadania kulek 6 w powietrzu. Zastosowanie elementu piezoelektrycznego 10, wykonanego z tytanianu baru BaTiO_3 , umożliwia otrzymanie wysokiej amplitudy impulsu elektrycznego. Zastosowanie kolektora złożonego z pierścieni 30 i sprężystych szczotek 31, wykonanych z brązu berylowego, zapewnia skuteczne połączenie elementu piezoelektrycznego 10 z oscyloskopem cyfrowym 33 przy różnych położeniach płyty 22.