

Układ pobierania i magazynowania powierzchniowych próbek gruntu z zachowaniem warstwowości, zwłaszcza do robota eksploracyjnego oraz sposób jego realizacji

Przedmiotem wynalazku jest układ pobierania i magazynowania powierzchniowych próbek gruntu z zachowaniem warstwowości, zwłaszcza do robota eksploracyjnego oraz sposób jego realizacji, w szczególności mający zastosowanie jako moduł do robota eksploracyjnego, przy wykonywaniu odwiertów na zadaną głębokość, nie mieszając tym samym zawartości próbek ze sobą.

Dotychczas pobieranie próbek gruntu z wykorzystaniem robotów eksploracyjnych odbywało się jako jednorazowe wykonanie odwiertu. Odwierty nie zawsze jednak zapewniały zachowanie warstwowości gruntu oraz możliwość kilkukrotnego wykonania odwiertu nie mieszając próbek z różnych lokalizacji.

Z amerykańskiego opisu patentowego US5394949A pt.: "Mobile soil sampling device" znane jest urządzenie do pobierania próbek gruntu, które posiada ramię próbnika przymocowane obrotowo na jednym końcu do podstawy zamontowanej na jednostce mobilnej. Na drugim końcu ramienia próbnika znajduje się próbnik gruntu. Urządzenie wyposażone jest w siłownik służący do obracania ramieniem pomiędzy położeniem, w którym następuje pobieranie gruntu, a położeniem składowania gruntu w pojemniku. Do obracania i zagłębiania świdra w glebie przewidziano zespół napędowy z przekładnią ślimakową.

Z innego amerykańskiego opisu patentowego US2019107467 pt.: "Automated soil sample collection machine with scraper for removing surface debris" znana jest maszyna do pobierania próbek gruntu posiadająca ruchomą ramę nośną, którą można przesuwać po powierzchni gruntu pola uprawnego. Zespół zgarniacza powierzchni jest zamontowany do ruchomej ramy nośnej i zawiera zgarniacz oraz napęd, który jest dostosowany do opuszczania zgarniacza na powierzchnię gruntu i przesuwania go po jej powierzchni, w celu usunięcia zanieczyszczeń powierzchniowych przed wprowadzeniem sondy do pobierania próbek do gruntu. Zespół ruchomej sondy do pobierania próbek gruntu jest również zamontowany na ruchomej ramie nośnej i zawiera sondę do pobierania próbek oraz sterownik

odpowiedzialny za układem napędowym zespołu sondy. Po pobraniu próbki następuje jej złożenie w pojemniku.

Ponadto z innego amerykańskiego opisu patentowego US6260633B1 pt.: "Soil sampling apparatus removably attachable to a vehicle" znane jest urządzenie do pobierania próbek gruntu, które można rozłącznie zamontować na pojeździe kołowym. Urządzenie zawiera ramę montażową wykonaną z podłużnych profili, przystosowaną do regulacji położenia próbnika gruntu wzdłuż osi pojazdu oraz elementy mocujące wychodzące z elementów podłużnych i przystosowane do zamocowania ramy do pojazdu. Do ramy montażowej przymocowana jest rama środkowa zawierająca próbnik gruntu (wiertło) wraz z układem napędowym próbnika (wiertła). Ruch wzdłużny (w pionie) ramy montażowej, a tym samym próbnika gruntu, realizowany jest za pomocą ramienia zamontowanego przegubowo jednym końcem do ramy wzdłużnej.

Patent WO2016053126A1 pt.: "Mobile service robot capable of collecting biological and soil samples for environmental monitoring" opisuje wynalazek składający się ze złożonego systemu robotycznego poruszającego się na kołach i zasilanego energią elektryczną. Robot składa się z zestawu urządzeń, czujników, manipulatorów i modułów przetwarzania danych, które umożliwiają postrzeganie środowiska i interakcję z nim, nawigację oraz autonomicznie lub zdalne sterowanie. Głównym celem tego systemu jest zbieranie gruntu i próbek biologicznych w ujściach rzek.

W opisie patentowym US3690389A pt.: "Method and an apparatus for taking an undisturbed soil sample" przedstawiono sposób i urządzenie do pobierania niezaburzonej próbki gruntu. Urządzenie składa się z dwóch rur, tj. zewnętrznej rury nośnej oraz wewnętrznej rury stanowiącej próbnik gleby. Rura nośna, po pobraniu próbki gleby i usunięciu rury wewnętrznej, służy dodatkowo do transportu próbki. W celu ułatwienia procesu pobierania próbki stosuje się ciecz smarującą zmniejszającą opory tarcia występujące pomiędzy materiałem próbki a próbnikiem.

Układ do pobierania i magazynowania powierzchniowych próbek gruntu z zachowaniem warstwowości, zwłaszcza do robota eksploracyjnego **charakteryzuje się tym**, że zbudowany jest z obrotowej pionowej otwornicy wyposażonej w rurę cylindryczną, która napędzana jest silnikiem za pomocą przekładni zębatej stożkowej i ma osadzoną na końcu wyprofilowaną głowicę koronową oraz nieruchomą tuleję osadzoną w obejmach mocujących obrotowego magazynu rewolwerowego, która ma umieszczoną na jej dolnym końcu elastyczną membranę zamykającą wyposażoną w układ ryglujący napędzany poprzez

serwonapęd, uniemożliwiający jej obrót i przemieszczenie promieniowe, oraz mechanizm podnosząco - opuszczający (8) blokujący jej przemieszczenie osiowe.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że ma rurę cylindryczną łożyskowaną za pomocą dwóch łożysk tocznych lub ślizgowych osadzonych w dwóch oprawach łożyskowych, odpowiednio dolnej i górnej, z których oprawa górna stanowi bazę montażową dla silnika otwornicy, a oprawa dolna stanowi bazę montażową dla łożyska mechanizmu podnosząco-opuszczającego oraz dolnego łożyska magazynu rewolwerowego przeznaczonego na gromadzenie pobranych próbek gleby.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że kształt wewnętrzny głowicy koronowej ma postać wielowypustu, którego występy od strony urabiającej mają kształt zębów skrawających, a od strony rury cylindrycznej zakończone są powierzchnią oporową do osadzania i wycentrowania nieobrotowej tulei przeznaczonej na próbkę gruntu.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że kształt wewnętrzny głowicy koronowej ma postać wielowypustu, tworząc kanały zsypowe zapobiegające osadzaniu się na powierzchni oporowej pozostałości urobku gromadzonego w otwornicy podczas wykonywania odwiertu.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że średnica zewnętrzna tulei jest mniejsza od średnicy wewnętrznej rury cylindrycznej o wielkość równą co najmniej 8 mm.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że magazyn rewolwerowy posiada łożyskowaną oś osadzoną na górnej bazie montażowej, stanowiącej oprawę łożyskową górnego łożyska otwornicy .

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że membrana zamykająca wykonana jest z elastomeru wysokiej sprężystości (TPU), a jej dokładny kształt uwarunkowany jest charakterystyką pobieranego gruntu.

Korzystne rozwiązanie według wynalazku charakteryzuje się tym, że mechanizm podnosząco - opuszczający składa się z walcowatego korpusu o średnicy bliskiej średnicy wewnętrznej tulei, bolców ryglujących z mechanizmem ich wysuwu osadzonym w korpusie oraz z serwonapędu, przy czym do części wspornikowej korpusu układu ryglującego mocowana jest nakrętka trapezowa przenosząca ruch posuwisty z obracającej się śruby trapezowej, oraz dwa łożyska liniowe stabilizujące układ na prowadnicach.

Sposób do pobierania i magazynowania próbek gleby z zachowaniem warstwowości,

zwłaszcza do robota eksploracyjnego polega na tym, że pełna sekwencja odwiertu i wymiany tulei z pobraną próbką gruntu inicjowana jest osiowym wprowadzeniem pustej tulei do otwornicy za pomocą mechanizmu podnosząco-opuszczającego po uprzednim chwycie tulei przez układ ryglujący, opierając dolną powierzchnię tulei na powierzchni oporowej głowicy koronowej, następnie uruchamiany jest silnik napędu otwornicy przenoszący moment obrotowy na rurę cylindryczną otwornicy poprzez przekładnię zębatą stożkową, a cały układ wykonuje ruch wglębny do podłoża dokonując odwiertu głowicą koronową i pobrania urobku do tulei, kolejno, po osiągnięciu pozycji zadanego zagłębienia otwornicy, następuje osiowe wyprowadzenie tulei z pobranym urobkiem z otwornicy wykorzystując kinematykę mechanizmu podnosząco-opuszczającego, a całe urządzenie zostaje wycofane z otworu odwiertu do pozycji początkowej poprzez jego podniesienie, następnie, po osiągnięciu przez mechanizm podnosząco-opuszczający pozycji zwolnienia chwytu i wprowadzeniu tulei w obejmę mocującą magazynu rewolwerowego (9) chwyt układu ryglującego jest zwalniany i następuje obrót magazynu rewolwerowego powodujący wymianę zapełnionej tulei na pustą oraz jej wycentrowanie.

Głównymi problemami, które rozwiązuje wynalazek są: zachowanie warstwowości pobranej próbki gruntu, zmagazynowanie pobranych próbek w celu przeprowadzenia analiz fizykochemicznych oraz wielokrotna realizacja operacji odwiertu i wymiany pobranej próbki gruntu bez konieczności demontażu i czyszczenia narzędzia wiertniczego w postaci otwornicy.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest sposób działania tulei na próbkę gruntu podczas wykonywania odwiertu za pomocą obrotowej otwornicy. Sposób ten polega na wprowadzeniu do środka otwornicy tulei na próbkę gruntu, która to tuleja podczas odwiertu pozostaje nieruchoma i która dzięki osadzonej na jej końcu odpowiednio ukształtowanej membranie zamykającej jednostronnego działania, wykonanej z tworzywa o odpowiednich właściwościach, pozwala gromadzić urobek zachowując jego warstwowość i jednocześnie zapobiega wysypywaniu się urobku z tulei po zakończeniu wykonywania odwiertu jak i w trakcie magazynowania.

Przedmiot wynalazku w przykładzie wykonania jest uwidoczniony na rysunku, na którym Fig.1 przedstawia budowę urządzenia do poboru próbek gruntu z zachowaniem warstwowości, Fig.2 przedstawia zasadnicze cechy połączenia pomiędzy współpracującymi ze sobą; głowicy koronowej, cylindrycznej rury przenoszącej moment napędowy oraz tulei na próbkę wyposażonej w membranę zamykającą jednostronnego działania, Fig.3 przedstawia

rzut z góry mechanizmu wymiany próbek, Fig.4 przedstawia schematy ułożenia tulei na próbki w magazynie rewolwerowym, a Fig.5 przedstawia kompletną sekwencję procesu pobierania, wymiany oraz magazynowania próbki gruntu.

Układ do pobierania i magazynowania powierzchniowych próbek gruntu według wynalazku charakteryzuje się tym, że zbudowany jest z obrotowej pionowej otwornicy (1) wyposażonej w rurę cylindryczną (2), która napędzana jest silnikiem (3) za pomocą przekładni zębatej stożkowej (4) oraz nieruchomej tulei (12) osadzonej w obejmach mocujących (24) obrotowego magazynu rewolwerowego (9). Rura cylindryczna (2) ma osadzoną na końcu wyprofilowaną głowicę koronową (5). Tuleja (12) ma umieszczoną na dolnym końcu elastyczną membranę zamykającą (18) wyposażoną w układ ryglujący (19) napędzany poprzez serwonapęd (20), uniemożliwiający jej obrót i przemieszczenie promieniowe, oraz mechanizm podnosząco - opuszczający (8) blokujący jej przemieszczenie osiowe.

Zadaniem rury cylindrycznej (2) jest przeniesienie momentu obrotowego z biernego koła zębatego stożkowego przekładni zębatej stożkowej (4) na głowicę koronową (5) osadzoną osiowo na końcu rury cylindrycznej (2) i uzbrojoną w odpowiednio wyprofilowane zęby skrawające (6) glebę znajdujące się na jej obwodzie. Rura cylindryczna (2) otwornicy (1) łożyskowana jest za pomocą dwóch łożysk (7) tocznych lub ślizgowych osadzonych w dwóch oprawach łożyskowych, odpowiednio dolnej i górnej, z których oprawa górna stanowi bazę montażową dla: silnika (3) napędu otwornicy (1), dolnego łożyska mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8), a także dolnego łożyska magazynu rewolwerowego (9) przeznaczonego na gromadzenie pobranych próbek gleby. Magazyn rewolwerowy (9) łożyskowany jest w urządzeniu przy pomocy łożyska kulowego wzdłużnego (łożysko dolne) (10) oraz łożyska ślizgowego (łożysko górne) (11) tak, aby oś otwornicy (1) pokrywała się z osią tulei (12) na próbkę gleby, w położeniu jej wymiany za pomocą mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8). Pomędzy punktami łożyskowania otwornicy (1) osadzone jest bierne koło zębate stożkowe przekładni zębatej stożkowej (4). Wewnętrzny kształt głowicy koronowej (5) ma postać wielowypustu (13), którego występy od strony urabiającej zmieniają swoją postać geometryczną i przechodzą w kształt zębów skrawających (6), a od strony rury cylindrycznej (2) zakończone są powierzchnią oporową (14) pozwalającą osadzić i wycentrować nieobrotową tuleję (12) przeznaczoną na próbkę gruntu. Wewnętrzny kształt głowicy koronowej (5) w postaci wielowypustu tworzy kanały zsypowe (15) zapobiegające osadzaniu się na powierzchni oporowej (14) pozostałości urobku

gromadzonego w otwornicy (1) podczas wykonywania odwiertu. Średnica zewnętrzna tulei (12) na próbkę jest mniejsza od średnicy wewnętrznej rury cylindrycznej (2) otwornicy o wielkość równą co najmniej 8 mm. W celu uzyskania przestrzeni zapobiegającej występowaniu tarcia pomiędzy ściankami obu elementów rury cylindrycznej (2) i tulei (12), a także pomiędzy cząstkami gruntu, które mogłyby ewentualnie przedostać się pomiędzy nimi. Tuleja (12) na próbkę wprowadzana jest do otwornicy (1) za pomocą mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8), działającego w oparciu o śrubę trapezową (16), która zapewnia samohamowność mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8) w trakcie wykonywania odwiertu tj. podczas wypełniania tulei (12) próbką gleby. Samohamowność gwintu śruby trapezowej (16) eliminuje problem związany z tarciami pomiędzy cząstkami gruntu, a powierzchnią wewnętrzną tulei (12) na próbkę i oddziaływaniem siły osiowej działającej przeciwnie do ruchu wglębnego całego mechanizmu. Realizacja ruchu mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8) odbywa się wzdłuż dwóch prowadnic (17) pomiędzy którymi umiejscowiona jest śruba trapezowa (16). Skok mechanizmu uwarunkowany jest wysokością tulei (12) na próbkę, co z kolei wynika z wysokości otwornicy (1) i maksymalnej głębokości, na którą można dokonywać odwiertów. Na dolnym końcu tulei (12) na próbkę osadzona jest sprężysta membrana (18) wykonana z elastomeru (TPU). Jej szczegółowa geometria uwarunkowana jest rodzajem gruntu, w którym będą dokonywane odwierty. Chwył tulei (12) na próbkę jej pozycjonowanie i osadzenie w rurze cylindrycznej (2) otwornicy (1) za pomocą mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8), możliwy jest dzięki układowi ryglującemu (19), który napędzany jest poprzez serwonapęd (20). Mechanizm podnosząco-opuszczającego (8) składa się z walcowatego korpusu (21) o średnicy bliskiej średnicy wewnętrznej tulei (12) na próbkę, bolców ryglujących (22) z mechanizmem ich wysuwu osadzonym w korpusie (21) oraz z serwonapędu (20). Do części wspornikowej korpusu (21) układu ryglującego (19) mocowana jest nakrętka trapezowa (23) przenosząca ruch posuwisty z obracającej się śruby pociągowej (16), oraz dwa łożyska liniowe (24) stabilizujące układ na prowadnicach (17). Pobrane próbki gruntu przechowywane są w obrotowym magazynie rewolwerowym (9) w obejmach mocujących (25). Wymiana wypełnionej tulei (12) odbywa się zgodnie z ustaloną sekwencją ruchów mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8), mechanizmu ryglującego (19) oraz obrotu magazynu rewolwerowego (9). Maksymalna liczba tulei na próbki (12) znajdująca się w magazynie może być dowolna. Ograniczenie w tym zakresie może stanowić wielkość magazynu i/lub jego masa.

Zasadniczą konfigurację rozwiązania konstrukcyjnego magazynu na próbki przedstawiono na Fig.4. Ukazana jest ona na schemacie w rzucie na powierzchnię górną i przedstawia poglądowy układ ułożenia tulei (12) na próbki względem osi otwornicy (1), który jest przewidziany do zastosowania w urządzeniu; układ obrotowy okrągły (a) oraz obrotowy podłużny (b).

Praca urządzenia nadzorowana jest poprzez centralny układ sterowania oparty o sterownik PLC i współdziałające z nim czujniki. Zadaniem układu sterowania jest automatyczna realizacja procesu poboru próbki gleby i jej magazynowania. Układ sterowania odpowiedzialny jest za uruchamianie i zatrzymywanie poszczególnych podzespołów urządzenia w odpowiednich chwilach wynikających z logiki procesu poboru próbki gleby i jej magazynowania. Uruchomienie procesu jest inicjowane zdalnie przez operatora za pomocą dedykowanego przycisku znajdującego się na panelu zdalnego sterowania. Kolejne etapy procesu są inicjowane automatycznie poprzez zaimplementowaną logikę programową z wykorzystaniem sygnałów z czujników krańcowych, czujników odległości oraz czujników potencjometrycznych. Operator urządzenia ma możliwość zdalnego monitorowania zmiennych procesowych poprzez panel operatorski oraz wstrzymania/ zatrzymania pracy urządzenia przed zakończeniem realizacji pełnego cyklu.

Sekwencja pełnego cyklu odwiertu i wymiany pobranej próbki przedstawiona została na Fig.5. Składa się ona z sześciu faz. W fazie I (Fig.5a) następuje chwyt pustej tulei (12) w mechanizmie ryglującym (18). W fazie II (Fig.5b) tuleja (12) zostaje wprowadzona do środka otwornicy (1) przy pomocy mechanizmu podnosząco-opuszczającego (8), po czym zostaje uruchomiony silnik (3) napędzający otwornicę (1). W fazie III (Fig.5c) wykonywany jest odwiert, w podczas którego następuje gromadzenie urobek w tulei (12). W fazie IV (Fig.5d) tuleja (12) z pobraną próbką gruntu zostaje usunięta z otwornicy (1) poprzez mechanizm podnosząco-opuszczający (8). W fazie V (Fig.5e) następuje wycofanie otwornicy (1) z otworu odwiertu poprzez podniesienie całego urządzenia, jednocześnie mechanizm ryglujący (19) zwalnia chwyt tulei (12) z pobraną próbką gruntu. Faza VI (Fig.5f) kończy pojedynczy cykl poboru próbki gruntu. Jego efektem jest wymiana tulei (12) z pobraną próbką na pustą, poprzez obrót magazynu rewolwerowego (9) do nowej pozycji.

Archiwizacja Patentowa
Inżynieria i Kształcenie Techniczne

