

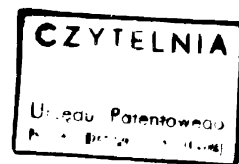


Patent dodatkowy
do patentu nr ———

Zgłoszono: 80 04 05 (P. 223289)

Pierwszeństwo ———

Int. Cl.⁴ E02D 3/10



Zgłoszenie ogłoszono: 81 10 16

Opis patentowy opublikowano: 89 07 31

Twórcy wynalazku: Natalia Kisielowa, Jan Warda, Helena Boniecka,
Bogdan Różyński, Aleksander Białecki, Stanisław Mierzyński

Uprawniony z patentu: Instytut Morski,
Gdańsk (Polska)

Sposób konsolidacji gruntu spoistego zalegającego pod warstwą nawodnionego gruntu niespoistego

Przedmiotem wynalazku jest sposób konsolidacji gruntu spoistego zalegającego ponad gruntem nośnym i poniżej warstwy nawodnionego gruntu niespoistego.

Znane są mechaniczne i pirotechniczne metody konsolidacji gruntów o niskiej wytrzymałości. Poniżej opisano metody pali żwirowych, metodę ubijania dynamicznego, oraz metodę pirotechniczną.

Wykonywanie pali żwirowych np. metodą wibroflotacji, polega na wpłukiwaniu do gruntu wibroflotu tzn. pionowej, cylindrycznej rury z umieszczonym na końcu wahliwie obciążeniem napędzanym mimośrodowo za pomocą silnika elektrycznego. W wyniku powolnego wsuwania i wysuwania drgającego wibroflotu, w gruncie tworzy się lej, do którego po wyciągnięciu wibroflotu dosypuje się żwir, tłuczeń lub kamień i prowadzi się ponownie wibroflotację. Punkty zagęszczania metodą wibroflotacji lokalizuje się na wierzchołkach trójkątów równobocznych o boku 1,5 do 2,1 m, przy czym długość boku trójkąta jest czynnikiem decydującym o równomierności zagęszczania. Metodę wibroflotacji stosuje się do zagęszczania warstw gruntu spoistego lub przewarstwowanego do głębokości 8 do 12 m. Pale żwirowe mogą być również wykonywane za pomocą cylindrycznej rury wprowadzanej do gruntu, wypełnianej żwirem i usuwanej z gruntu.

Metoda ubijania dynamicznego, zwana też metodą Menarda, polega na ubijaniu gruntu poprzez swobodne zrzucenie ciężaru w granicach 80-400 kN z wysokości od 6 do 30 metrów. Podstawa młota ma kształt półkolisty lub owalny, a jej przekrój wynosi od 1 do 2 m². Pod wpływem energii uderzenia następuje zagęszczenie gruntu. Metoda ta wymaga jednak specjalistycznego sprzętu. Punkty ubijania lokalizuje się w terenie na wierzchołkach trójkątów równobocznych o boku ok. 3 m. Metoda daje dobre rezultaty do głębokości 12 - 15 m.

Metoda pirotechniczna (wybuchowa) pozwala na zagęszczanie gruntów podwodnych i lądowych. Według polskiego opisu patentowego nr 89391, konsolidację gruntów podwodnych prowadzi się poprzez umieszczenie w środowisku wodnym, ponad gruntem podlegającym konsolidacji, skupionych ładunków wybuchowych, przy czym ładunki zawieszane są pod pływakami i obciąż-

żone obciążnikami kotwiącymi, za pomocą systemu linek. Ładunki rozmieszcza się w odpowiednich od siebie odległościach i odpala się je. Według innego rozwiązania, opisanego w polskim opisie zgłoszeniowym nr P-171 133, opublikowanym w Biuletynie Urzędu Patentowego nr 12/1975 r., metoda konsolidacji gruntów spoistych polega na dokonaniu eksplozji wydłużonego, umieszczonego w gruncie, ładunku wybuchowego. Wynikiem eksplozji takiego ładunku jest zagęszczenie gruntu. W warstwie gruntu niespoistego, ponad gruntem spoistym, umieszcza się ładunek wybuchowy skupiony, którego wybuch powoduje powstanie pała - drenu piaskowego.

W warunkach, gdy zalegająca na gruncie nośnym warstwa gruntu spoistego w postaci nawodnionych, miękkoplastycznych namulów jest przykryta warstwą nawodnionego piasku, stosowanie znanych metod konsolidacji gruntów napotyka trudności. Utrudnione jest wówczas manewrowanie ciężkim sprzętem, jak również znaczne głębokości, dochodzące do kilkudziesięciu metrów, do jakich miejscami sięga warstwa gruntu spoistego, powodują trudności natury technicznej przy prowadzeniu konsolidacji znanymi metodami.

Celem wynalazku jest opracowanie skutecznej i szybkiej w realizacji metody konsolidacji tego typu gruntów.

Według wynalazku, sposób konsolidacji gruntu spoistego, zalegającego pod warstwą nawodnionego gruntu niespoistego, metodą wybuchową polega na odpalaniu umieszczonych w gruncie ładunków wybuchowych wydłużonych i skupionych. Ładunki wybuchowe, wykonane z materiału wybuchowego wodoodpornego, kruszącego, odpala się w trzech seriach. Pierwszą serię, w postaci ładunków wybuchowych wydłużonych, umieszcza się w gruncie spoistym, w otworach sięgających do gruntu nośnego, wykonanych znanym sposobem. Ładunki te rozmieszcza się w jednakowych od siebie odległościach. Korzystnie, odległości te równe są czterokrotnemu promieniowi efektywnego działania ładunków. Promień działania ładunków zależy od masy ładunku oraz od własności gruntu. Ładunki odpala się kolejno lub rzędami. Z kolei, w środkach poletek, /np. kwadratów lub trójkątów/, których wierzchołkami są miejsca odpalenia sąsiadujących ładunków pierwszej serii, wykonuje się znanym sposobem otwory sięgające do gruntu nośnego, w których umieszcza się ładunki wybuchowe wydłużone drugiej serii. Ładunki te odpala się następnie kolejno lub rzędami. Po odpaleniu ładunków wybuchowych wydłużonych drugiej serii, w gruncie niespoistym wykonuje się znanym sposobem otwory i umieszcza się w nich ładunki wybuchowe skupione trzeciej serii. Otwory dla ładunków wybuchowych skupionych trzeciej serii wykonuje się w środkach odległości pomiędzy miejscami odpalenia ładunków wybuchowych wydłużonych pierwszej i/lub drugiej serii. Ładunki wybuchowe skupione trzeciej serii umieszcza się w gruncie niespoistym co najmniej jeden metr ponad poziomem gruntu spoistego, po czym odpala się je. Ładunki wydłużone pierwszej i drugiej serii mają długość korzystnie nie mniejszą niż grubość warstwy gruntu spoistego. Ładunki wydłużone, zarówno pierwszej jak i drugiej serii, umieszcza się w odległościach 10-40 m, korzystnie 20 m jeden od drugiego. Ładunki umieszcza się w gruncie spoistym tak, że jeden ich koniec jest zagłębiony co najmniej 0,5 m w gruncie nośnym, a drugi koniec co najmniej 1,5 m w warstwie nawodnionego gruntu niespoistego. Ładunki wybuchowe wydłużone można również odpalać częściami, odpalając najpierw ładunek o długości równej np. 1/3 podstawowej długości ładunku wydłużonego, umieszczając go tak, by był zagłębiony 0,5 m w gruncie nośnym. Następnie na tym samym miejscu wykonuje się drugi, płytszy otwór, umieszcza się w gruncie spoistym kolejny ładunek o długości np. 1/3 podstawowej długości ładunku wydłużonego i odpala się go. Z kolei wykonuje się na tym samym miejscu najpłytszy otwór i umieszcza się w nim taki sam ładunek, tak aby był on zagłębiony min. 1,5 m w gruncie niespoistym, i odpala się go. W ten sposób można przeprowadzić konsolidację gruntu etapami. W przypadku istnienia w gruncie niespoistym soczewek gruntu spoistego, wydłużone ładunki wybuchowe mogą sięgać od 0,5 m poniżej poziomu gruntu nośnego do 3-4 m poniżej poziomu gruntu niespoistego. Ładunki wybuchowe wydłużone pierwszej i drugiej serii odpala się kolejno, rozpoczynając od przeciwległych krańców obszaru poddawanego konsolidacji w kierunku ku jego środkowi. Ładunki wybuchowe skupione trzeciej serii odpala się grupami, co najmniej po cztery sąsiadujące ładunki tworzące zamknięte poletko. Odpalanie grup ładunków trzeciej serii prowadzi się, rozpoczynając od środka obszaru poddawanego konsolidacji w kierunku jego przeciwległych krańców.

Sposób według wynalazku pozwala uzyskać jednocześnie dwojaki efekt. W wyniku eksplozji wydłużonego ładunku wybuchowego zagłębionego w grunt nośny z jednej strony i w grunt

niespoisty z drugiej strony, następuje zjawisko naruszenia struktury nawodnionej warstwy gruntu spoistego. Ten sam wybuch powoduje uformowanie się pala - drenu z materiału tworzącego warstwę gruntu niespoistego.

Eksplozja wydłużonego ładunku wybuchowego w gruncie spoistym formuje otwór, którego średnica jest zależna od masy ładunku i podatności gruntu na wybuch. Równocześnie fala uderzeniowa wybuchu powoduje powstanie dodatkowego trójosiowego stanu naprężenia w szkielecie gruntowym oraz nadciśnienia w wodzie wypełniającej pory tego gruntu. Jeżeli wartość tego dodatkowego naprężenia będzie większa od wartości oporu wynikającej z sił tarcia i spójności gruntu, nastąpi przemieszczenie cząstek gruntu i utworzenie nowej, bardziej zwartej struktury gruntu. Jednocześnie woda znajdująca się w porach gruntu przejmuje prawie cały przyrost ciśnienia spowodowanego wybuchem i przemieszczeniem cząstek gruntu, co z kolei powoduje wyciskanie jej nadmiaru. Zjawiska te wywołują proces konsolidacji gruntu, którego czas trwania jest ściśle związany z drogą filtracji wody znajdującej się w porach gruntu. Wybuch ładunku wydłużonego tworzy w gruncie spoistym ciągły otwór o dużej średnicy oraz wywołuje w strefie działania wybuchu przyrost naprężenia i ciśnienia w porach gruntu. Wybuch powoduje stan krótkotrwałego rozrzedzenia materiału stanowiącego warstwę gruntu niespoistego oraz wpłynięcie części tego materiału do uformowanego w gruncie spoistym otworu. Uformowany w ten sposób pal tworzy dren pionowy, a zalegające warstwy gruntu niespoistego tworzą filtry poziome do odprowadzenia wody wypartej w czasie konsolidacji gruntu. Wykonanie w opisany sposób operacji strzelania wydłużonymi ładunkami wybuchowymi w dwóch seriach pozwala na uzyskanie równomiernego wzrostu wytrzymałości gruntu spoistego.

Wykonanie trzeciej serii wybuchów ładunkami skupionymi w gruncie niespoistym wywołuje dodatkowe dynamiczne obciążenie warstwy gruntu spoistego, powodując wypływ dodatkowych ilości wody poprzez utworzone pale-dreny i następnie zagęszczenie gruntu. Prowadzenie wybuchów wydłużonych ładunków pierwszej i drugiej serii, od przeciwległych krańców obszaru poddawanej konsolidacji do jego środka, powoduje, że w środku obszaru uzyskuje się grunt spoisty o stosunkowo najwyższym stopniu konsolidacji. Wybuchy ładunków skupionych trzeciej serii prowadzi się grupami tworzącymi zamknięte poletka /np. kwadrat lub trójkąt/. W wyniku otrzymuje się równomierne rozłożenie obciążenia dynamicznego. Wybuchy grup ładunków skupionych trzeciej serii prowadzi się, postępując od środka obszaru poddawanej konsolidacji do jego przeciwległych krańców. Dzięki temu uzyskuje się równomierny stopień konsolidacji gruntu na całym obszarze. Metoda pozwala na wykonawstwo pojedynczego strzału etapami, w złożonych warunkach (bliskość urządzeń lub budynków), co zmniejsza niebezpieczeństwo ewentualnego uszkodzenia tych obiektów. Metoda pozwala na konsolidację warstw gruntu o dużej miąższości. Podwójny efekt: konsolidacji i wytworzenia pali-drenów, uzyskuje się w bardzo krótkim czasie. Takiego rezultatu nie zapewnia żadna ze znanych metod konsolidacji.

Sposób konsolidacji według wynalazku przedstawiono w opisanym poniżej przykładzie wykonania.

Warstwa gruntu spoistego składająca się z nawodnionych, miękkoplastycznych namulów o miąższości 5 m, zalega nad gruntem nośnym piaszczystym i pokryta jest warstwą nawodnionego piasku o miąższości 10 m. Wskaźnik plastyczności namulów wynosi $I_L^{/h/} = 0,53$, wskaźnik zagęszczenia nawodnionego piasku wynosi $I_D = 0,4$. W gruncie wykonano pionowe otwory o głębokości 16 m i średnicy 143 mm. Otwory usytuowano w wierzchołkach przyległych, nieprzesuniętych względem siebie kwadratów o boku 20 m. W otworach umieszczano wydłużone ładunki wybuchowe pierwszej serii. Pojedynczy ładunek pierwszej serii ma długość 7 m i masę 15 kg. Wykonano go w postaci rękawa z tkaniny, wypełnionego sytkim trotylem. Następnie odpalano kolejno ładunki pierwszej serii, rozpoczynając od przeciwległych krańców obszaru poddawanej konsolidacji i postępując ku środkowi tego obszaru. Po odpaleniu wszystkich ładunków pierwszej serii, w środkach kwadratów, których wierzchołki stanowią miejsca odpalenia ładunków wydłużonych pierwszej serii, wykonano otwory dla drugiej serii, również o głębokości 16 m i średnicy 143 mm. W otworach umieszczano i kolejno odpalano wydłużone ładunki wybuchowe drugiej serii, przy czym ładunki drugiej serii miały wymiary i skład analogiczny jak w pierwszej serii. Kolejność odpalania wydłużonych ładunków wybuchowych drugiej serii przebiega tak jak w pierwszej serii, począwszy

od przeciwległych krańców, do środka obszaru poddawanego konsolidacji. Po zakończeniu odpalania drugiej serii wydłużonych ładunków wybuchowych, wykonano, w połowie odległości pomiędzy miejscami odpalenia ładunków pierwszej serii, otwory o głębokości 9,0 m i średnicy 143 mm. Do sześciu otworów usytuowanych w wierzchołkach przyległych i nieprzesuniętych względem siebie dwóch kwadratów, założono ładunki skupione o masie 5 kg wykonane w postaci worków z tkaniny wypełnionych sypkim trotylem i odpalono je jednocześnie. Sąsiadujące grupy ładunków skupionych (po sześć sztuk), odpalano kolejno rozpoczynając od środka do przeciwległych krańców obszaru poddawanego konsolidacji. Po upływie 24 godzin od zakończenia trzeciej serii wybuchów dokonano pomiarów własności gruntu. Stopień konsolidacji gruntu spoistego /namuły/ wyniósł 8%. Stopień zagęszczenia warstwy gruntu niespoistego /piaski/ wzrósł o 0,45 i wyniósł $I_D = 0,85$.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób konsolidacji gruntu spoistego zalegającego pod warstwą nawodnionego gruntu niespoistego metodą wybuchową, przy użyciu pionowych, wydłużonych i skupionych ładunków wybuchowych, **znamienny tym**, że ładunki wykonane z materiału wybuchowego, korzystnie wodoodpornego kruszącego, odpala się w trzech seriach, przy czym pierwszą serię w postaci wydłużonych ładunków wybuchowych umieszcza się w gruncie spoistym w otworach sięgających do gruntu nośnego, wykonanych znanym sposobem, rozmieszczając je w jednakowych odległościach, korzystnie równych czterokrotnemu promieniowi efektywnego działania ładunków, po czym ładunki te odpala się, a następnie w środkach poletek, których wierzchołkami są miejsca odpalenia sąsiadujących ładunków pierwszej serii, umieszcza się w gruncie spoistym w otworach sięgających do gruntu nośnego, wykonanych znanym sposobem, wydłużone ładunki wybuchowe drugiej serii i ładunki te odpala się, po czym w otworach wykonanych znanym sposobem w gruncie niespoistym umieszcza się ładunki skupione trzeciej serii, przy czym ładunki te umieszcza się w gruncie niespoistym, w środkach odległości pomiędzy miejscami odpalenia ładunków wybuchowych wydłużonych pierwszej lub drugiej serii, co najmniej jeden metr ponad poziomem gruntu spoistego i ładunki te odpala się, zaś wydłużone ładunki pierwszej i drugiej serii mają długość korzystnie mniejszą niż grubość warstwy gruntu spoistego.

2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wydłużone ładunki wybuchowe zarówno pierwszej jak i drugiej serii umieszcza się w gruncie spoistym tak, że jeden ich koniec jest zagłębiony w gruncie zalegającym poniżej warstwy gruntu spoistego, a drugi koniec jest zagłębiony w warstwie nawodnionego gruntu niespoistego zalegającej powyżej warstwy gruntu spoistego.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wydłużone ładunki wybuchowe pierwszej serii odpala się kolejno, rozpoczynając od przeciwległych krańców obszaru poddawanego konsolidacji ku jego środkowi, natomiast ładunki wybuchowe skupione trzeciej serii odpala się grupami, co najmniej po cztery sąsiadujące ładunki tworzące zamknięte poletko, przy czym odpalanie grup ładunków trzeciej serii prowadzi się rozpoczynając od środka obszaru poddawanego konsolidacji, w kierunku jego przeciwległych krańców.