

ANTONI KULCZYCKI

ZASTOSOWANIE METODY WIBRACJI DO ODWIERCANIA OTWORÓW BADAWCZYCH

ROZWÓJ BUDOWNICTWA NAZIEMNEGO, a tym bardziej podziemnego wysuwa zagadnienie poznania geologicznej budowy terenu, właściwości gruntów, zawodnienia ich itd.

Dla uzyskania tego rodzaju danych stosuje się metodę badań przez odwiercanie otworów badawczych. Wykonanie takich otworów powinno być tak technicznie prowadzone, by dawało zgodny z rzeczywistością obraz przekrojów terenu, rzeczywiste układy warstw, stopień ich zniekształcenia, zaburzeń itp.

Dotychczasowe badania tego rodzaju przeprowadza się otworami wiertniczymi wykonywanymi ręcznie przy użyciu szapy, wiertła spiralnego oraz szlamówki. Rzadko i wyjątkowo w tych wypadkach używa się dłut.

Wydajność pracy (głównie fizycznej) jest stosunkowo mała, zwłaszcza w gruntach zwartych morenowych, otoczakach, żwirach itp.

Nadzwyczaj pracochłonne jest również osadzanie rur do zabezpieczenia ścian otworu, zamykanie wodonośnych poziomów, a w końcu po wykonaniu odwiertu — wyciąganie rur — śrubami itp.

Tak wygląda dotychczasowy stan od strony technicznej.

Przechodząc do wartości inżynierskiej uzyskiwanych danych przez ręczny odwiert, otrzymuje się postęp za każdym zanurzeniem narzędzia mniej więcej około 0,5 m.

Szapa ścina grunty w przodku cienkimi wiórami, fałdującymi się w wolnej części szapy ponad ostrzem, zapewniając wewnątrz w dość chaotyczny sposób.

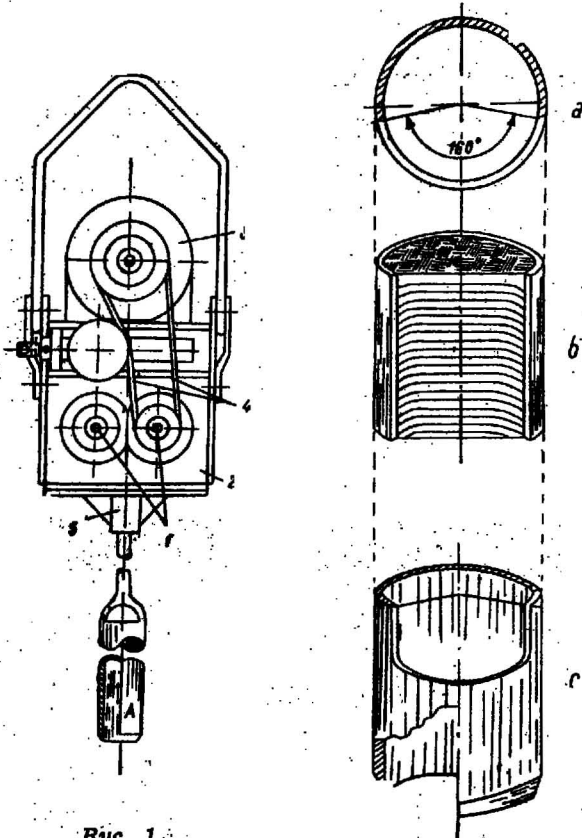
Świder spiralny najmniej zniekształca układy, ale wskutek zgniatania i zmięcia gruntu w odwiercie zupełnie zmieniają się właściwości tekstury, struktury naturalnej, których odtworzenie jest niemożliwe; poza tym zjawiają się nowe cechy, których w naturalnych warunkach nie było; jak na przykład płaszczyzny poślizgów (lustrzane), sfałdowania itp. Zachodzą również zmiany w charakterystycznych fizyczno-mechanicznych właściwościach gruntów, np. w ciężarze objętościowym, a nawet i w naturalnej wilgotności.

Co do szlamówki, to sam mechaniczny proces jej pracy dokonuje gruntownego wymieszania gruntu, niszcząc w pełni różnorodność i indywidualne cechy poszczególnych warstw. Wreszcie wylew z niej zawartości wymieszanej wraz z wodą w postaci gęstej masy może dać tylko bardzo mgliste pojęcie

o układzie litologicznym przewierczanych warstw. Użycie szlamówki w warstwach luźnych przesyconych wodą jest jedyną stosowaną metodą, ale wypacającą charakter naturalnych właściwości gruntów.

Ostatnio zaczęto stosować metody wibracyjne przy robotach polowych, których wyniki nasunęły myśl o zastosowaniu tej metody przy wierceniu otworów badawczych. Doświadczalne badania w tym kierunku zostały przeprowadzone w ZSRR.

Do wibracyjnego odwiertu zastosowano aparaty elektrowibracyjne o poziomej osi z taśmą stalową, przekładnią na dwa mimośrodowo, których podstawa łączyła się z żerdziami wiertniczymi zakończonymi szlamówkową rurą bez buta i klapy. Końcówka szlamówkowa została ścięta ostro — stożkowo — (ryc. 1). Długość rury odwiertowej wynosi około 2,5 m (można stosować i dłuższe, np. 5,0 m przy użyciu autodźwigu).



Ryc. 1

Ryc. 2

Aparat wibracyjny — 1. Dwa mimośrodowo, 2. Podstawa, 3. Aparat elektrowibracyjny, 4. Taśmowa przekładnia, 5. Żerdzie wiertnicze, A. Rura rdzeniowa.

Ruda rdzeniowa — a. Przekrój poprzeczny, b. Przekrój oraz część rury wibracyjnej z próbką, c. Końcówka rury wibracyjnej.

W ślad za łyżką (rurą) wibrującą mogą iść rury wiertnicze w odległości 0,3 — 0,5 m. od nawiercanego przodka, przy czym wibrująca rura odwiertowa ma zawsze przed sobą caliznę.

Dobycie odwiertonego rdzenia dokonuje się również wibrowaniem. Dalsze badania wykazywały, że dogodniejsze odwiercanie zachodzi, gdy rura wibracyjna ma wzdłuż wycięcie (w wypadku ilów i podobnych gruntów zaleca się łuk wycięcia do 160°, ryc. 2).

Postęp odwiercania jest przy wibracyjnej metodzie znacznie szybszy, ilustruje to załączona tablica.

W chwili zrywu rury odwiertowej celem oderwania rdzenia stosuje się krótkotrwałą wibrację.

Przy jednoczesnych badaniach porównawczych odwiertu: a) zwykłego ręcznymi narzędziami (szapa, spirala, szlamówka), b) wibracyjnego oraz c) wykonania szybiku tak, by ściany przecinały odwiert po osi (ryc. 3), badania wykazywały prawie pełną zbieżność odwiertu wibracyjnego z przekrojem szybikowym oraz prawie zupełne zachowanie naturalnego układu, tekstury oraz struktury warstw, gdy ręczny odwiert, jak to już wyżej zaznaczono, w znacznym stopniu zniekształcał naturalne układy. Wibracyjne wiercenia dostarczały rdzenie, w których najdrobniejsze warstewki występowały zupełnie wyraźnie, a tymczasem przy ręcznym często nie ujawniały się bądź zaznaczały się niewyraźnymi pasemkami.

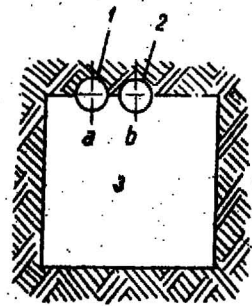
Podczas innego wiercenia, wykonanego ręcznie oraz wibratorem, wiercenie wibracyjne dało w rdzeniu przewarstwienie torfiaste około 3 cm miąższości, a ręczne wykazało tylko niewyraźne domieszki pasemkowe.

W innym zaś wypadku, wśród warstw piaszczystych trafiły się otoczaki łupków miękowych bardzo zwięzłych, które przy ręcznym odwiercie kruszyły się na drobne ziarna zniekształcające istotny skład warstwy. Natomiast przy wibracji w uzyskanych rdzeniach otrzymywano okazy z nienaruszonymi otoczkami tych łupków.

Tak więc przy odwiercaniu wibracyjnym nie tylko zaznacza się naturalny układ warstw, lecz i charakter arwarstwienia, na którym można dokonywać dokładne pomiary.

Wyraźnie występuje uławicenie, szczelinowatość i wszelkie właściwości strukturalne.

Podczas odwiertu przez „Lengiprotrans“ w różnych geologicznych warunkach wykonano 14 otworów głębokości około 26 m każdy. Szybkość odwiertu wynosiła w wodonośnych płaskach (wiertło-wibrator długości ponad 2 m) kilka sekund w suchych piaskach 2 — 3 minut. W morenowe gliny oraz zwarte



Ryc. 3

1 — otwór wibracyjny, 2 — otwór ręczny, 3 — szybik.

Metoda odwiertu	Głębokość otworu w m	Czas na wykonanie			Charakterystyka odwiertonych gruntów
		całego otw. godz.	na 1 mb min.	na 1 mb minut	
1. Ręczne średn. 127 mm z rurami wiertniczymi	16,5	16	17	59	Piaski ilaste, jeziorne wilg. oraz nasycone wodą.
2. To samo wibr.	16,5	3	4	11	
3. Ręczne średn. 127 mm bez rur odwiertniczych	4,5	6	00	80	Iły wstępowe
4. Wibr. tak samo	5,0	2	10	26	Piaski i piaski ilaste
5. Ręczne ϕ 127 mm bez rur	7,75	7	50	60	Gliny morenowe zwarte
6. Wibracja też	9,0	3	00	20	ze żwirami i otoczkami

rodzime ły wiertło-wibrator zanurzał się na głębokość do 1,0 m, podczas gdy szapa ręcznie zanurza się do głębokości około 0,1 maksimum 0,2 m przy jednorazowym postępie.

Odwierty w żwirach i otczakach dają również dobre wyniki. Co do głazów zwałowych, to i dla wibracyjnego odwiertu następują one takie same trudności, jak przy wierceniach ręcznych.

Przy tego rodzaju wierceniach stosowano elektromotory zarówno stałego, jak i zmiennego prądu o mocy około 3,5 kW, można także stosować motory benzynowe.

Działanie wibracji przypuszczalnie wywołujące drgania cząsteczek gruntu, stwarza powstawanie zjawisk tiksotropowych odwracalnych. W gruncie następuje wówczas przekształcenie konsystencji w plastyczną, a nawet płynną, w zależności od właściwości samego gruntu (granulacji, więzi strukturalnej itd.) i ustaje fizyczna więź wody (analogia z przekształceniem gelu w żoń, a po ustaniu odpowiednich bodźców następuje powrotna przemiana w gel). Przy wibracji czas tego rodzaju przekształceń liczy się na minuty, w pewnych wypadkach na sekundy.

W dolnokambryjskich morenowych osadach (iłach, glinach) wystarczały 2, nawet 1 minuta lub mniej, by grunt — który stał się tak ciągliwy po wibracji, że na podobieństwo smoły wysuwał się z rury — zastygał do tego stopnia, iż wymagał znacznych wysiłków do jego wydobycia (powrotne powstanie więzi, naruszonej przez wibrację między cząsteczkami gruntu a wodą strukturalną, po ustaniu wibracji).*

Ilość obrotów, a więc drgań, stosowana przy tych badaniach w odwiertach, wahała się w granicach od 1500 do 2500 na minutę.

Poniżej przytoczono wykresy charakterystycznych zestawień właściwości gruntów z przekrojów szybka, ujmującego swą ścianą na dwa bliskie otwory, z których jeden wykonano zwykłym ręcznym sposobem, a drugi metodą wibracyjną.

Przy analizie tych zestawień należy uważać na zmienność gruntów, gdyż nawet sąsiednie przekroje wykazują różnice i odchylenia. Poza tym ilość wykonanych dotychczas odwiertów jest stosunkowo mała, aby można było wyciągnąć pewne wnioski, a mianowicie (ryc. 4):

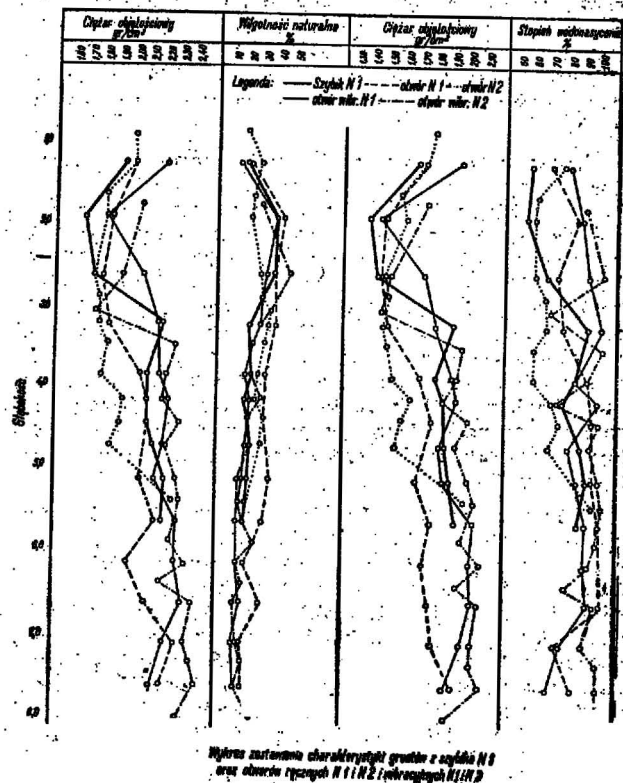
1. Wiercenia wibracyjne dają się stosować przy badaniach gruntów piaszczystych, gliniastych, morenowych, ilów, ilów zwartych oraz miękkich margli.
2. Szybkość odwiertu jest 3-krotnie większa niż przy zwykłym ręcznym wierceniu.
3. Stopień zniekształcania przekroju bez porównania mniejszy niż przy ręcznym wierceniu (szapa, spirala, nie mówiąc już o szlamówce).

* Można przypuszczać, że w zależności od średnicy wibrującego narzędzia drgania nie rozprzestrzeniają się na pełny przekrój rdzenia, lecz działają obwodowo, stając ku środkowi.

4. Charakterystyka bezwzględna gruntów przy badaniach szybkami lub metodą wibracyjną mało się różni, rozbieżności przeważnie są wynikiem naturalnej zmienności samych gruntów, a nie metody.

5. Rdzenie otrzymane przy wibracyjnym odwiercie nie tylko dają wizualną ocenę, jak najbardziej bliską rzeczywistości, lecz mogą służyć bezpośrednio do badań laboratoryjnych. Pewne niejasności zachodzą jeszcze w stosunku do gruntów mniej zwartych, dla których w ogóle nie istnieje dotychczas wystarczająca ocena do pobierania prób o nie-naruszonej strukturze.

Na zakończenie należy podkreślić porównawcze badania i wyniki uzyskane w ZSRR dzięki wybitnej pracy pedagogicznych zespołów akademickich.



Ryc. 4

Należy jeszcze dodać, że dotychczas stosowane wibratory z elektromotorami o osi poziomej są zawieszane nad otworem. Nasuwa się możliwość budowy wibratorów z elektromotorami o osi pionowej z przekładnią zębato-stożkową na mimośrodzie, tak skonstruowanych, by mogły mieścić się w rurach wiertniczych, opuszczających się z rurą wibracyjno-odwiertną. Poza tym wylania się zagadnienie wibracji elektromagnetycznej oraz szeregu dalszych ulepszeń.

LITERATURA

1. Gumieński B. M., Komarow — Wibracyjne wiercenie gruntów przy badaniach kolejowych.
2. Barkan D. D. — Budowa fundamentów przy

zastosowaniu wibrowierceń.

3. „Gidrotiechničeskoe Stroitelstwo“ 1950, nr 3, 1955, nr 5; 1953, nr 11.