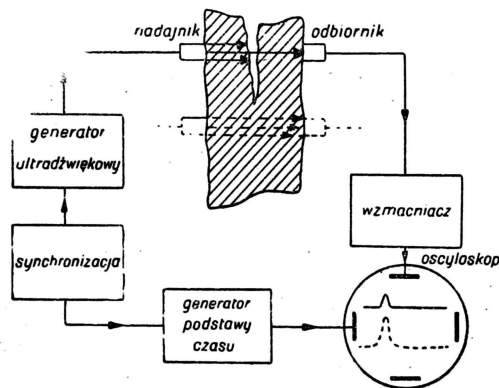


PEIROSKOP -- ULTRADŹWIĘKOWA APARATURA DO BADANIA SKAŁ BUDOWLANYCH

OD SZEREGU LAT prowadzone są w Instytucie Podstawowych Problemów Techniki PAN prace naukowo-badawcze nad zastosowaniem fal ultradźwiękowych do niszczącego badania niejednorodności i wad struktury ośrodków stałych. Jednym z praktycznych wyników tych prac jest skonstruowana ostatnio aparatura ultradźwiękowa do badania skał nazwana petroskopem. Poniżej podaję opis jej działania i zastosowania.

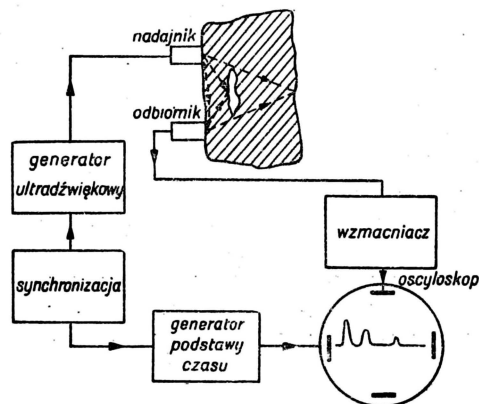
PRZEZNACZENIE I ZASADA DZIAŁANIA PRZYRZĄDU

Ultradźwiękowy petroskop impulsywny służy do niszczącego wykrywania wewnętrznych wad (pęknięć, pęcherzy, wtrąceń i przerostów obcych ciał) w skałach budowlanych za pomocą impulsów fal ultradźwiękowych. Przyrząd może być również zastosowany do pomiarów prędkości rozchodzenia się fal ultradźwiękowych podłożnych i powierzchniowych w skałach oraz pomiarów tłumienia fal ultradźwiękowych w tych ośrodkach.



Ryc. 1. Zasada ultradźwiękowego badania skał metodą cienia.

Pomiaru niejednorodności dokonuje się przeważnie metodą prześwietleniową (metoda cienia, ryc. 1), która polega na wprowadzeniu fal ultradźwiękowych z jednej strony badanego ośrodka (głowica nadawcza) i na odbieraniu z drugiej strony (głowica odbiorcza).



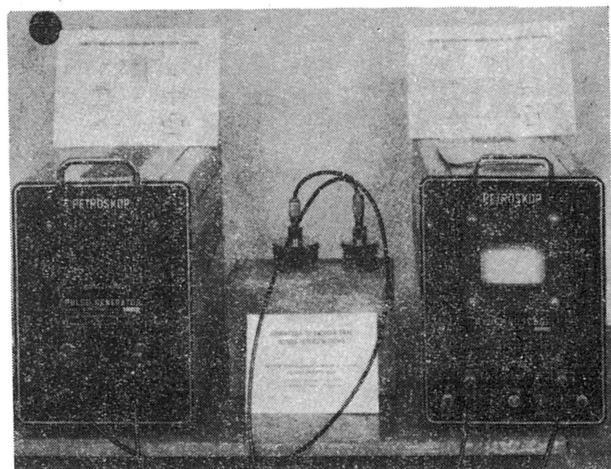
Ryc. 2. Zasada ultradźwiękowego badania skał metodą echa.

W miejscu osłabienia natężenia ultradźwięków przechodzących przez badany obiekt występuje niejednorodność na drodze wiązki fal. Przyłożenie głowicy nadawczej i odbiorczej z tej samej strony obiektu (metoda echa, ryc. 2)

daje na ekranie wskaźnika obraz echa impulsu ultradźwiękowego odbitego od płaszczyzn granicznych i od ewentualnych wad, rozmieszczonych na drodze przebiegu wiązki ultradźwiękowej. Porównując amplitudę, opóźnienia i kształt impulsu odebranego względem nadanego można ustalić istnienie i położenie wady w skałach, jej rodzaj oraz przybliżone wymiary. Za pomocą jednej z opisanych wyżej metod mogą być badane przewidziane do obróbki bloki andezytu, bazaltu, granitu, marmuru, piaskowca i sjenitu, jak również wykonane już z tych skał elementy budowlane.

Pomiar prędkości fal przeprowadza się, korzystając z podstawy czasu skalowanej elektronowymi znacznikami. Pomiar tłumienia fal ultradźwiękowych w badanym ośrodku wykonuje się, porównując na ekranie wskaźnika wielkość amplitud impulsów przechodzących przez różnej długości próbki danego ośrodka.

OPIS TECHNICZNY PRZYRZĄDU



Ryc. 3. Petroskop.

Petroskop skonstruowany został w postaci dwóch oddzielnych członów stanowiących kompletną aparaturę pomiarowo-badawczą (ryc. 3). Człon pierwszy zawiera część nadawczą, tzn. wytwarzającą i wysyłającą impulsy ultradźwiękowe w głąb badanego obiektu, człon drugi — część odbiorczą, a więc odbierającą i rejestrującą wspomniane impulsy po ich przejściu przez badany obiekt. Jako bezpośredni nadajnik i odbiornik fal ultradźwiękowych służą dwie głowice z przetwornikami piezoelektrycznymi, przystawione do płaszczyzn obiektu. Podział aparatury na dwa człony zwiększa jej operatywność przy eksploatacji w terenie. Człon odbiorczy wyposażony jest we wskaźnik oscyloskopowy, na którego ekranie obserwuje się wyniki badania. Mogą one być utrwalone fotograficznie za pomocą przystawki z kamerą małoobrazkową.

Szczegółowe dane techniczne petroskopu przedstawiają się następująco:

Częstotliwość fali ultradźwiękowej 20—100—200 KHz

Częstotliwość powtarzania impulsów fali: 60/sek.

Czas trwania impulsu fali: 10—100 μ /sek.

Elektryczna moc nadajnika w impulsie: maks. 60 KW.

Zakres częstotliwości odbiornika: 1—500 KHz.

Wzmocnienie odbiornika: 100 dB.

Zasięg pomiaru — od ok. 1 m do 50 m w zależności od rodzaju skały i metody pomiaru („cienia” czy „echa”).

Wymiary — 2 × (510 × 390 × 295) mm

Ciężar — 35+30 kg

Zasilanie — 220 V, sieć jednofaz. pr. zm.

Pobór mocy elektrycznej średnio — ok. 360 W.

UŻYTKOWANIE

Pomiar tłumienia fali ultradźwiękowej

Tłumienie na jednostkę długości można obliczyć ze wzoru:

$$b = \frac{1}{l_1 - l_2} 20 \lg \frac{A_2}{A_1}; \text{ dB}$$

gdzie:

l_1 i l_2 = długości próbek

A_1, A_2 = amplitudy fali po przejściu przez próbki.

Pomiar prędkości ultradźwiękowych fal podłużnych

Prędkość rozchodzenia się ultradźwiękowych fal podłużnych określa się na podstawie pomiaru czasu zużytego przez impuls fali na przebycie drogi o dokładnie znanej długości:

$$c = l/t \text{ (m/s)}$$

gdzie

l — długość próbki w m.

t — czas w sek.



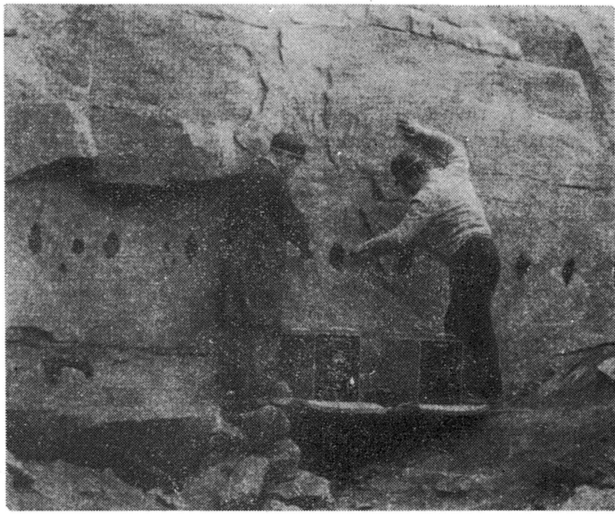
Ryc. 4. Badanie elementu z kamienia budowlanego metodą cienia.

Wielkość czasu może być odczytana bezpośrednio z osi czasu skalowanej elektronicznymi znacznikami. W zależności od długości drogi przebiegu fali ultradźwiękowych, dobiera się odpowiedni zakres pomiarowy czasu gałką oznaczoną „zasięg”. Przełącznik na płycie czołowej daje możliwość wyboru odpowiednich znaczników 100 μ s lub 10 μ s.

Wykrywanie niejednorodności ośrodka

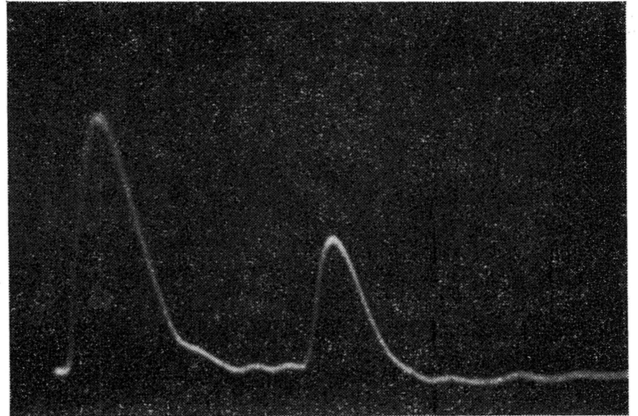
Wykrywanie niejednorodności ośrodka metodą prześwietleniową sprowadza się do kontroli tłumienia fali ultradźwiękowych w różnych miejscach badanego obiektu.

Jeżeli tłumienie w całym obszarze waha się nieznacznie (w granicach 6 dB) mierzona skała może być uznana za jedno-

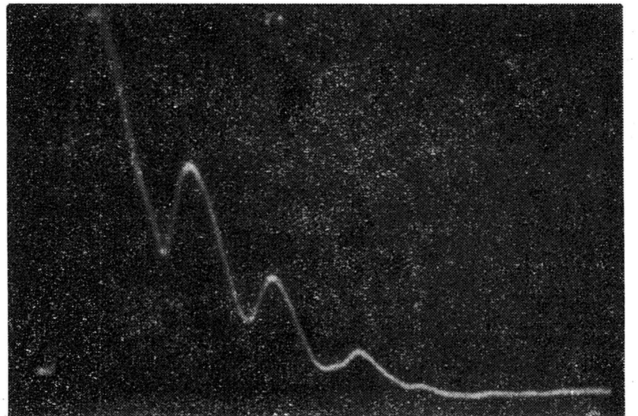


Ryc. 5. Badania masywu sjenitu metodą echa.

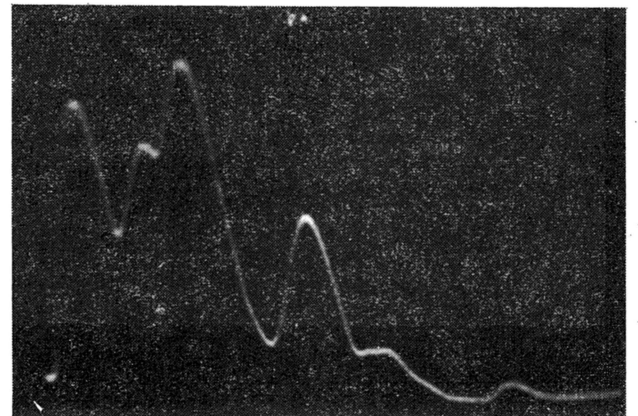
litą. W miejscach wyraźnego wzrostu tłumienia występują wewnętrzne wady. Metoda prześwietleniowa nadaje się najlepiej do badania obiektów o niewielkiej grubości (rzędu kilkunastu cm), a więc płyt okładzinowych z marmuru, granitu itp. Głowicę nadawczą i odbiorczą przystawia się z dwóch przeciwległych stron obiektu (ryc. 4). Powtarzając tę czynność w różnych miejscach płyty i obserwując na ekranie wielkości amplitud odbieranego impulsu, można zlokalizować wewnętrzne wady. Podczas badania obiektu nie należy zmieniać wzmocnienia odbiornika ani mocy nadajnika. Obydwa te parametry powinny być wyregulowane na początku pomiaru.



Ryc. 6. Oscylogram z wynikiem badania skały jednorodnej o dużym tłumieniu fal ultradźwiękowych.



Ryc. 7. Oscylogram z wynikiem badania skały jednorodnej o małym tłumieniu fal ultradźwiękowych.



Ryc. 8. Oscylogram z wynikiem badania skały niejednorodnej.

Wykrywanie niejednorodności i wad w masywach oraz blokach skalnych przeznaczonych do obróbki mechanicznej, może być przeprowadzone metodą fal odbitych (metoda echa). Głowice: nadawcza i odbiorcza powinny być ustawione z jednej i tej samej strony badanego obiektu (ryc. 5). Na

ekranie wskaźnika ukazuje się wówczas impuls przycho-
dzący bezpośrednio z nadajnika do odbiornika i dalej na
prawo w różnych odstępach impulsy odbite. Pojawienie
się jednego impulsu odbitego (od przeciwległej ściany bloku),
świadczy o tym, że skała jest jednolita i oznacza się dużym
tłumieniem ultradźwięków (ryc. 6). W skale jednolitej,
o małym tłumieniu, mogą wystąpić między przeciwległymi
ścianami odbicia wielokrotne i obraz na ekranie zawierać
będzie szereg malejących impulsów rozmieszczonych w jedna-
kowych odstępach czasu (ryc. 7).

Skałę niejednorodną z wewnętrznymi wadami, charaktery-
zuje ukazanie się szeregu impulsów w rozmaitych odstępach
i o różnych amplitudach (ryc. 8). Przez wielokrotne powta-
rzanie pomiaru (metoda echa) w różnych miejscach obiektu
można ustalić położenie wady i jej przybliżone wymiary.
O rodzaju wady świadczy kształt odebranego impulsu i jego

amplituda. W przypadku dużej różnicy w kształcie i ampli-
tudzie w porównaniu do impulsu wysłanego należy sądzić,
że wadę stanowi przerost warstwowy mało wyodrębniający
się pod względem fizycznym od otoczenia. W przypadku
odwrotnym (mała różnica kształtu i amplitudy impulsów)
ma się do czynienia ze szczeliną powietrzną, pęcherzem
gazu itp.

Petroskop przekazany został do próbnej eksploatacji
Zjednoczeniu Przemysłu Kamienia Budowlanego. Ponadto
kilka jego modeli zakupiła zagranica.

L I T E R A T U R A

K o ł t o ń s k i W. — Propagacja fal ultradźwiękowych
w skałach i jej praktyczne zastosowanie. PWN, War-
szawa 1960.