

Seria: GÓRNICtwo z. 157

Zbigniew SUCHORÓNCZAK

Dariusz TYRAŁA

KWK "Staszic"

UDOSKONALONA APARATURA SEJSMOLOGICZNA TYPU PCM-G3

Streszczenie. Wraz ze wzrostem głębokości i wytrzymałości skał rośnie natężenie tąpnięć i wstrząsów. W celu śledzenia tych zjawisk zaszyła potrzeba budowy aparatury sejsmologicznej połączonej z systemem mikrokomputerowym. Aparaturę typu PCM-G3 udoskonalono przez opracowanie systemu mikrokomputerowego. W mikrokomputerze zainstalowane są następujące programy: detekcji zjawiska, obsługi przetwornika A/C, odczytu zegara czasu rzeczywistego ZCR, obsługi dysków elastycznych, kontroli dyskietki, wydruku komunikatu.

Urządzenie w stanie podłuchu, gdy nie ma drgań górotworu lub są małe, poprzez program detekcji zjawiska śledzi go i w tym czasie działają dwa programy. W chwili uaktywnienia sygnału UPR testujący go program detekcji zjawiska wstrzymuje prace programu odczytu ZCR i uruchamia pozostałe programy znajdujące się w pamięci mikrokomputera.

W aparaturze PCM-G3 przebieg sejsmiczny w każdym z dwunastu kanałów znakowany jest co dziesięć ms, co przy pojemności operacyjnej stosowanego mikrokomputera umożliwia zapamiętanie przebiegu na danym kanale w czasie dwunastu sekund. Urządzenie to połączone z drukarką pozwala na rejestrację całego wstrząsu. Programy umożliwiające wyznaczenie czasu pierwszych wejść i automatyczną lokalizację epicentrum opracowane zostały w Instytucie Geofizyki PAN.

1. WSTĘP

W ostatnich latach praktycznie wszystkie kopalnie zagrożone tąpnięciami wyposażone zostały w sejsmiczną aparaturę górniczą. W chwili obecnej dostępne są trzy typy takiej aparatury. Są to: Górnik-PCM, Sylok i LKZ. Systemy Sylok i LKZ wyposażone są w mikrokomputery i posiadają znacznie szersze możliwości od aparatury Górnik-PCM. Oba wspomniane systemy oparte są na tym samym systemie transmisji prądowej BOS produkowanej przez Zakład Elektroniki Górniczej. Różnią się one znacznie w części konstrukcyjnej.

Bardziej elastycznym systemem o nowocześniejszych rozwiązaniach jest LKZ, którego produkcja seryjna nie została jeszcze podjęta. Do tej pory działa tylko jeden taki system zainstalowany w kopalni Nowy Wirek. Nie jest przedmiotem niniejszego opracowania ocena sposobu realizacji funkcji obu tych systemów. Nie zamierza się również dokonywać ich porównania. Systemy sejsmologiczne Sylok i LKZ generalnie realizują następujące zadania:

- detekcja zjawiska sejsmicznego,

- automatyczne wyznaczanie czasów pierwszych wejść,
- automatyczna lokalizacja epicentrum wstrząsu,
- wspomagane komputerowo wyznaczanie czasów pierwszych wejść i lokalizacja przez operatora,
- rejestracja przebiegu sejsmicznego na nośniku papierowym,
- semigraficzna (sylok) interpretacja przebiegu sejsmicznego na drukarce i monitorze,
- graficzne (LKZ) interpretacja przebiegu sejsmicznego na drukarce.

Oba systemy w najbliższym czasie mają być wyposażone w pamięć zewnętrzną na dyskach elastycznych, co w znacznym stopniu zwiększy ich funkcjonalność. Jeżeli chodzi o aparaturę Górnik-PCM, to wykorzystują ona inny niż urządzenia Sylok i LKZ system transmisji opierający się na modulacji częstotliwości. Ponadto w porównaniu z poprzednio w skrócie omówionymi urządzeniami realizuje ona jedynie następujące funkcje:

- detekcja zjawiska sejsmicznego,
- rejestracja przebiegu sejsmicznego na nośniku papierowym,
- rejestracja przebiegu sejsmicznego na raśmie magnetofonowej.

Powimo ograniczonej w porównaniu z systemami Sylok i LKZ liczby funkcji aparatura Górnik-PCM stanowi najbardziej rozpowszechnioną aparaturę mikro-sejsmologiczną. Jest ona między innymi zainstalowana w stacji sejsmologicznej kopalni Staszic. Ograniczone możliwości aparatury PCM-G3 zadecydowały o podjęciu pracy mającej na celu poszerzenie istniejącego urządzenia o część komputerową.

Dalejza część artykułu traktować będzie o przeprowadzonej rozbudowie aparatury Górnik-PCM. Podstawowym celem pracy było uzyskanie możliwie dużej funkcjonalności aparatury sejsmologicznej przy zachowaniu jak najniższych kosztów związanych z jej rozbudową.

2. WYBÓR SPRZĘTU

Rozbudowa aparatury PCM-G3 miała na celu doprowadzenie do rozszerzenia jej możliwości o następujące funkcje:

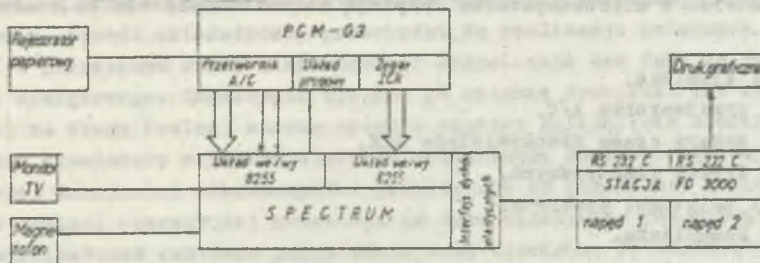
- automatyczne wyznaczanie czasów pierwszych wejść,
- automatyczna lokalizacja epicentrum wstrząsu,
- wspomagane komputerowo wyznaczanie czasów pierwszych wejść i lokalizacja przez operatora,
- graficzna interpretacja przebiegu sejsmicznego na monitorze i drukarce,
- archiwizacja przebiegu sejsmicznego.

Przeprowadzona analiza możliwości realizacji tego zadania doprowadziła do wniosku, że wystarczający do tego celu będzie dysponujący grafiką mikrokomputer oparty na procesorze 8-bitowym, z pamięcią rzędu 64 kbajt,

wyposażony w pamięć na dyskach elastycznych, dwa uniwersalne układy we/wy 8255 oraz jeden port szeregowy. Na rynku krajowym dostępny jest cały szereg mikrokomputerów 8-bitowych z pamięcią 64 kbajt i możliwością podłączenia dysków elastycznych. Jednakże niezbędną z punktu widzenia realizowanego zadania grafikę, przy równocześnie niskiej ocenie zapewniają jedynie nieprofesjonalne komputery osobiste. Wśród tych znowu najbardziej rozpowszechnionym (na pewno nie najlepszym) jest ZX-SPECTRUM. Zdecydowano więc ostatecznie zastosować dla rozwiązania problemu ZX-SPECTRUM 48K z pamięcią na dyskach elastycznych - 3-calowych typu FD-3000 i z portami równoległymi. Dodatkową zaletą tego wyboru jest fakt produkcji polskiego odpowiednika SPECTRUM przez spółkę UNIPOLBRIT. Jeszcze raz należy zaznaczyć, że podstawowym kryterium doboru sprzętu w realizowanym projekcie była niska cena proponowanego rozwiązania i łatwość dostępu na rynku krajowym.

3. KONFIGURACJA SPRZĘTU

Proponowany system mikrosejsmologiczny składa się z mikrokomputera ZX-SPECTRUM, towarzyszących mu urządzeń zewnętrznych i aparatury PCM-G3. Schemat blokowy proponowanego systemu przedstawia rys. 1. Aparatura PCM-G3 w przedstawionej konfiguracji spełnia wszystkie swoje dotychczasowe funkcje, zrezygnowano jedynie z zapisu przebiegu fal sejsmicznych na taśmie magnetofonowej. Podłączony do PCM-G3 układ mikrokomputerowy wykorzystuje w tej aparaturze, obok układu transmisji i filtrów wejściowych, 10-bitowy przetwornik A/C, linię opóźniającą, zegar czasu rzeczywistego oraz układ detekcji zjawiska sejsmicznego (inaczej układ progowy).



Rys. 1. Schemat blokowy udoskonalonej aparatury sejsmologicznej typu PCM-G3

Fig. 1. Block diagram of improved seismological apparatus of type PCM-G3

Połączenie mikrokomputer - PCM-G3 zrealizowano za pomocą dwóch uniwersalnych układów we/wy typu 8255. Poprzez jeden z nich doprowadzono do mikrokomputera w postaci cyfrowej (10 bit) przebieg z 12 kanałów aparatury PCM wraz z sygnałami umożliwiającymi identyfikację poszczególnych kanałów (I1/I12).

Cyfrowy zapis przebiegu sejsmicznego pobierany jest za linią opóźniającą, w której czas opóźnienia wynosi 4,5 (s).

Poprzez ten sam układ we/wy podłączony został do mikrokomputera sygnał UPR (wypracowany w układzie progowym PCM-G3) informujący o zaistnieniu zjawiska sejsmicznego. Drugi z układów 8255 wykorzystano do odczytu aktualnego czasu z zegara czasu rzeczywistego wchodzącego w skład aparatury PCM-G3.

Zgodnie ze schematem blokowym (rys. 1) oprócz monitora telewizyjnego do mikrokomputera podłączono poprzez specjalizowany interfejs 3-calową stację dysków elastycznych FD3000. Stacja ta posiada 2 napędy dyskowe (dodatkowo można dołączyć jeszcze 2 takie napędy), ponadto wyposażona jest ona w kontroler z dwoma portami szeregowymi typu RS 232C. Poprzez jeden z tych portów podłączono do mikrokomputera drukarkę graficzną.

Każdy z napędów stacji FD3000 udostępnia użytkownikowi 140 Kbajt pamięci na jednej stronie dyskietki 3-calowej. Generalnie zadaniem jednej stacji dysków jest zapamiętanie przebiegów sejsmicznych. Druga stacja służy do przechowywania programów wykorzystywanych przez użytkownika systemu.

4. OPIS DZIAŁANIA

Wstrząsy sejsmiczne wykrywane są w aparaturze PCM-G3 przez układ progowy, co sygnalizowane jest stanem aktywnym sygnału UPR. Sygnał uruchamia rejestrator papierowy. Przejście sygnału sejsmicznego przez linię opóźniającą umożliwia rejestratorowi zapisanie fragmentu poprzedzającego bezpośrednio wykrycie zjawiska. Sygnał UPR wykorzystano do sterowania pracą mikrokomputera. W mikrokomputerze rezydują zainstalowane tam na stałe programy:

- detekcji zjawiska,
- obsługi przetwornika A/C,
- odczytu zegara czasu rzeczywistego ZCR,
- obsługi dysków elastycznych,
- kontroli zajętości dyskietki,
- wydruku komunikatu.

W stanie podsłuchu, tzn. nieaktywnego sygnału UPR, działają jedynie dwa programy. Program detekcji zjawiska i program odczytu ZGR uaktualniająco stale czas w mikrokomputerze.

W tym stanie mikrokomputer, wykluczając jedynie pamięć zarezerwowaną pod wspomniane wyżej programy (ok. 500 bajt), może być wykorzystywany do innych celów. W chwili uaktywnienia sygnału UPR testujący go program detekcji zjawiska wstrzymuje prace programu odczytu ZGR (zapamiętując z dokładnością do 1 s aktualny czas) i uruchamia pozostałe programy rezydujące w pamięci mikrokomputera. Zapamiętany czas stanowi identyfikator

rejestrowanego zjawiska. Po uruchomieniu przez UPR programu obsługi przetwornika A/C umieszcza on pod kolejnymi adresami pamięci próbki sygnału sejsmicznego. W aparaturze PCM-G3 przebieg sejsmiczny w każdym z kanałów próbkowany jest co 10 ms. Ze względu na pojemność pamięci operacyjnej stosowanego mikrokomputera ograniczono do 1200 maksymalną liczbę pamiętnych dla jednego kanału próbek, co jest równoważne 12 sekundom przebiegu. Ponieważ obsługiwany jest przetwornik 10-bitowy, to każda próbka zajmuje dwa bajty pamięci. W efekcie dla 12 kanałów, zakładając zapis maksymalnej liczby próbek, musiano zarezerwować w pamięci obszar 28,8 kbajt.

Ograniczenie zapisu maksymalnie do 1200 próbek daje możliwości rejestracji 12 s przebiegu, co w przybliżeniu pozwala na rejestrację zjawiska sejsmicznego, o czasie trwania 11 s. Będzie to możliwe w przypadku, gdy maksymalna odległość pomiędzy stanowiskami sejsmicznymi nie przekracza 4 km. Wówczas nawet przy najbardziej niekorzystnie dobranym (z tego punktu widzenia) sposobie detekcji zdarzenia podana maksymalna wielkość czasu rejestracji zjawiska sejsmicznego będzie zachowana. Widać z tego, że wcałości mogą być rejestrowane zjawiska sejsmiczne, których energia zgodnie ze wzorem $\log E = 4,95 \log t + 2,03$ (gdzie t to czas trwania zjawiska) nie przekracza $1,53 \times 10^7$ (J). Większe wstrząsy będą więc mogły być zarejestrowane jedynie częściowo. Należy dodać, że program detekcji zjawiska został wyposażony w mechanizm umożliwiający opóźnienie uruchomienia pozostałych programów o określoną liczbę próbek, co w efekcie daje możliwości programowego opóźnienia początku rejestracji przebiegu w pamięci komputera. Po zaniku sygnału UPR mikrokomputer uaktywnia program kontroli zajętości dyskietki. Kontrola polega na sprawdzeniu, czy na dyskietce przeznaczonej do zapisu cyfrowej postaci zjawiska sejsmicznego jest wystarczająco dużo wolnego miejsca dla zapisu aktualnie zarejestrowanego wstrząsu. W przypadku gdy dyskietka może pomieścić wspomniany wstrząs, program w sposób automatyczny przechodzi do realizacji kolejnych czynności. W przeciwnym razie mikrokomputer sygnalizuje ten fakt za pomocą alarmu dźwiękowego. Użytkownik systemu po zmianie dyskietki lub odwróceniu jej na drugą (wolną) stronę zezwala poprzez naciśnięcie dowolnego klawisza klawiatury mikrokomputera na kontynuację zawieszonoego zadania. W dalszej kolejności mikrokomputer przystępuje do przesłania zapamiętanego w pamięci operacyjnej przebiegu na dysk elastyczny pod nazwą zgodną z identyfikatorem czysowym przypisanym temu zjawisku. Po zapamiętaniu przebiegu na dysku elastycznym uruchamiany jest program generujący komunikat o zaistniałym zjawisku na monitorze lub drukarce. Opisane do tej pory programy rezydujące w pamięci komputera stanowią nieprzerwywalne zadanie wykonywane każdorazowo po uaktywnieniu sygnału UPR. Następne programy uruchamiane w dalszej kolejności mogą być przerwane przez kolejne zjawisko sejsmiczne. Są one wczytywane do pamięci komputera z drugiego dysku elastycznego przeznaczonego do przechowywania programów. Po wydrukowaniu komunikatu do komputera wczytany jest program automatycznej lokalizacji

epicentrum wstrząsu. Składa się on z dwóch części; programu automatycznego wyznaczania czasów pierwszych wejść fali sejsmicznej i samego programu lokalizacji.

Działanie tych dwóch programów kończy się wydrukiem rezultatu obliczeń na drukarce lub monitorze. Operacja ta zamyka automatyczną obróbkę zjawiska sejsmicznego realizowaną w zaproponowanym rozwiązaniu. Programy umożliwiające wyznaczenie czasów pierwszych wejść i automatyczną lokalizację epicentrum hipocentrum opracowane zostały w Instytucie Geofizyki PAN. Jak już wspomnieliśmy, system mikrokomputerowy w czasie oczekiwania na zjawisko sejsmiczne może realizować inne funkcje, nie zawieszając swojego podstawowego zadania. Tę formę organizacji systemu wykorzystaliśmy dodając programy wspomagające i rezydujące w pamięci dyskowej:

- program analizy graficznej,
- program wydruku na drukarkę graficzną.

Program analizy graficznej umożliwia podgląd na monitorze TV wybranego przebiegu sejsmicznego. Pozwala on na obserwację grupy 6 kanałów lub każdego kanału z osobna.

Program umożliwia dokonywanie zmian wzmocnienia amplitudy i podstawy czasu obserwowanego fragmentu przebiegu stosując tak zwaną "lupe". Program służy przede wszystkim do sprawdzenia poprawności wyznaczenia czasów rejestracji pierwszych wejść fal P i S. Możliwości graficzne mikrokomputera wykorzystane w tym programie pozwalają na bardzo dogodne wykonywanie wspomnianego zadania. Wyznaczone w ten sposób pierwsze wejścia fal sejsmicznych mogą być przekazane w sposób automatyczny do programu lokalizacji. Narzędzie takie daje nam możliwość poprawy ewentualnych błędów zaistniałych w procesie automatycznej lokalizacji epicentrum wstrząsu, o którym wspominaliśmy poprzednio. Ponadto program analizy graficznej daje także możliwości wyznaczania energii na podstawie czasu trwania wstrząsu poprzez oznaczenie początku i końca zjawiska sejsmicznego. Program wydruku pozwala wydrukować interesujące nas przebiegi sejsmiczne lub ich fragmenty na drukarkę graficzną i może stanowić dodatkowy dokument zaistniałego zjawiska. Wydruk przebiegu na drukarkę odbywa się w tej samej osi co rejestracja przebiegu na rejestratorze papierowym, co daje możliwości wydruku całego wstrząsu. Program pozwala również na wydruk dodatkowych informacji, takich jak czas zdarzenia, współrzędne lokalizacji, czasy pierwszych wejść, tak że w efekcie można uzyskać na drukarce pełną dokumentację dowolnego wstrząsu sejsmicznego.

5. UWAGI I WNIOSKI

1. Proponowany system mikrokomputerowy posiada pewien czas martwy. Jest to czas, jaki musi upłynąć od zakończenia obsługi jednego zjawiska sejsmicznego do uzyskania gotowości systemu dla obsługi następnego. Czas ten wynika z prędkości przesłania cyfrowej postaci przebiegu z pamięci operacyjnej mikrokomputera do pamięci na dyskach elastycznych. Przy zastosowanej przez nas stacji dysków FD3000 czas przesłania pełnego przebiegu (28,8 Kbajt) wynosi ok. 15 sekund. O ile w tym czasie nastąpi kolejne zjawisko sejsmiczne, to nie zostanie ono zarejestrowane. Nie jest to jednak czas, który prowadziłby do częstego gubienia istotnych informacji. Zjawiska sejsmiczne, które następowałyby w tak krótkich odstępach czasu, należą do bardzo rzadkich i zaistnienie omówionej sytuacji jest mało prawdopodobne.

2. Jak wspomniano już, mikrokomputer połączony jest w aparaturą PGM-G3 poprzez dwa układy we/wy 8255. Istnieje możliwość rezygnacji z jednego takiego układu, a mianowicie układu łączącego mikrokomputer z zegarem czasu rzeczywistego ZCR. Można bowiem podłączyć do mikrokomputera niezależny zegar czasu rzeczywistego poprzez wolne złącze RS-232C systemu dyskowego FD3000. Najkorzystniej byłoby zastosować synchronizowany radiowo zegar produkowany przez ZEG. Należałoby oczywiście w tym celu dostosować wyjście tego zegara do standardu RS 232C. Jednocześnie można w miejsce ZX-SPECTRUM zastosować mikrokomputer UNIPOLBRIT 2086 w wersji wyposażonej fabrycznie w uniwersalny układ we/wy 8255, co pozwoliłoby przy równoczesnej zmianie odczytu zegara na ograniczenie konfiguracji sprzętu do dwóch podstawowych części, tj. mikrokomputera UNIPOLBRIT i stacji dysków FD3000.

3. Niekorzystny jest fakt zastosowania nośników 3-calowych w związku z ograniczoną dostępnością na rynku krajowym w stosunku do dyskietek 3 1/2, 5 1/4 i 8-calowych. Z drugiej strony posiadane przez stację FD3000 porty szeregowo pozwalają na ograniczenie liczby elementów dołączonych zewnętrznie do mikrokomputera, co pozwala na zachowanie zwartej konfiguracji całego systemu. Ponadto stacja dysków FD3000 posiada wygodny dla użytkownika mechanizm restartu po zaniku zasilania, tak że przy zapewnieniu podtrzymania zasilanie zegara po każdym powrocie napięcia cały system może dokonać automatycznego restartu przy jednoczesnym zachowaniu aktualnego czasu. Omawiana pamięć na dyskach elastycznych posiada stosunkowo niewielką pojemność. Przy dwóch napędach dostępne jest dla użytkownika jednocześnie 2 x 140 Kbajt pamięci zewnętrznej po 140 Kbajt na jednym napędzie; nie stanowi to jednak istotnego ograniczenia systemu, ponieważ w konfiguracji sprzętowej proponowanego rozwiązania dostępna jest w dalszym ciągu pamięć zewnętrzna w postaci prostego magnetofonu. Na magnetofonie można zapisywać wstrząsy z większej liczby dyskietek uwalniając je do ponownego wykorzystania w procesie automatycznej rejestracji zjawisk sejsmicznych. Nieduża więc liczby dyskietek wystarczy do zapewnienia poprawnej pracy całego systemu.

4. Istotną zaletą proponowanego rozwiązania jest jego otwartość. Obok wspomnianych już programów wspomagających (program analizy graficznej i wydruku) do pamięci mikrokomputera można ściągnąć z napędu mieszczącego dyskietę inne programy pozwalające na szerszą obróbkę rejestrowanych zjawisk. Między innymi w celu uzyskania większej pewności lokalizacji można stosować różne programy lokalizujące epicentrum wstrząsu, np. program lokalizacji względnej czy program lokalizujący epicentrum na podstawie różnicy czasów wejścia fali P i S. Ponadto przewidujemy w najbliższym czasie rozszerzenie listy programów wspomagających prace systemu o program analizy Fouriera; pozwoli on użytkownikowi na wyliczenie dodatkowych parametrów charakteryzujących wstrząs, obok dotychczas wyznaczonych, to jest: czasu zdarzenia, energii, pierwszych wejść fali P i S oraz współrzędnych epicentrum/hipocentrum. Obok zwiększenia liczby programów wspomagających bezpośrednio obróbkę wstrząsów można mikrokomputer wykorzystać do innych celów. I tak np. do archiwizacji parametrów wyznaczonych automatycznie lub też pomocą programów wspomagających, a także takich parametrów, które zostają określone przez użytkownika (np. nazwa wyrobiska, zroby, wybieg, strzelanie, odprężenie).

W tym celu najkorzystniej byłoby z pewnością dołączyć do stacji dysków elastycznych FD3000 trzeci napęd, który służyłby do przechowywania tego typu parametrów. Oczywiście mikrokomputer może realizować również programy całkowicie nie związane z problematyką mikrosejsmologiczną, nie zawieszając realizacji swojego podstawowego zadania.

5. Głównym celem zrealizowanej pracy było udoskonalenie posiadanej aparatury PCM-G3.

Uzyskany efekt wydaje się zadowalający, tym bardziej że koszt elementów użytych do rozbudowy nie przekroczył 1 mln zł. Dla kopalń posiadających aparaturę PCM-G3, przy cenie systemów SYLOK i LKZ wynoszącej ok. 10 mln zł, warta zastanowienia jest możliwość rozbudowy tej aparatury w sposób przedstawiony w niniejszym artykule.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Kazimierz PODGÓRSKI

Wpłynęło do Redakcji w czerwcu 1987 r.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННАЯ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКАЯ АППАРАТУРА ТИПА PCM-G3

Резюме

С ростом глубины и сопротивляемости пород увеличивается вероятность горных ударов и толчков. Для прослеживания этих явлений необходимо было создание сейсмологической аппаратуры совмещённой с микрокомпьютерной системой. Аппаратура PCM-G3 усовершенствована путём разработки для неё микрокомпьютерной системы. В микрокомпьютере установлены следующие программы: детектирования явления, обслуживания датчика А/С, считывания действительного времени ZCR, обслуживания гибких дисков, контроля магнитных дисков, распечатки сводки.

Устройство в состоянии подслушивания, когда нет колебаний горного массива или они соответственно малы, с помощью программы детектирования явления следит за горным массивом и в это время реализуются две программы. В моменте активности сигнала UPR, тестирующая его программа детектирования явления задерживает работы программы считывания и вводит остальные программы, содержащиеся в памяти микрокомпьютера.

В аппаратуре PCM-G3 каждый сейсмологический сигнал регистрируется каждые 10 мсек, что благодаря оперативной памяти применяемого микрокомпьютера даёт возможность запомнить прохождение сигнала за 12 сек. С применением воспроизводящего устройства это позволяет регистрировать весь толчок. Программы для такой регистрации были разработаны в Институте геофизики Академии наук ЦНР.

IMPROVED SEISMOLOGICAL APPARATUS OF THE TYPE PCM-G3

Summary

Together with the increase of depth and strength of rocks, intensity of crumps and tremors grows. To observe these phenomena it was necessary to construct a seismological apparatus connected with a microcomputer system. The apparatus of the type PCM-G3 has been improved by working out of the microcomputer system. The following programs have been installed in a microcomputer: detection of the phenomenon, a/d converter service, disc control, ZCR timer reading, floppy discs service, message print out.

When there are not rock vibrations, or they are quite small, the device is in listening in state and observes the phenomenon by means of detection program; two programs are on at that time. When VPR signal becomes stronger the detection program stops ZCR reading program and debugs the other programs being in the microcomputer memory.

In the apparatus PCM-G3 the seismic run is marked every ten ms in each of twelve channels what enables remembering the run on a given channel during twelve seconds at a given operational capacity of the ti-

crocomputer. This device connected with a printer allows to record the whole tremor. The programs which enable to find the time of the first inputs and automatic location of epicentre have been worked out in the Institute of Geophysics, PAN.