

PRZEMYSŁOWY INSTYTUT - AUTOMATYKI I POMIARÓW
MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202 02-222 Warszawa Telefon 23-70-81

OSRODEK POMIARÓW RUCHU I CZASU

Pracownia Pomiarów Drogi

Główny wykonawca dr inż. Edward Golonka

Wykonawcy inż. Z. Bojar, mgr inż. M. Muter, mgr inż. L. Nowakowski,
st. tech. J. Zduniak, tech. J. Biegański

Konsultant

Nr zlecenia 1715

Opracowanie i wdrożenie urządzeń pomi-
arowych do kompleksowej kontroli i ob-
serwacji stanu technicznego budowli
wodnych z uwzględnieniem automatyzacji
pomiarów.

Podtematy od I do X

Sprawozdanie końcowe.

Zleceniodawca IMGW

1980.09.15
Pracę rozpoczęto dnia

Kierownik Pracowni

dr inż. E. Golonka

1985.11.30
zakończono dnia

Kierownik. Ośrodka

dr inż. J. Waniecki

DYREKTOR
prof. dr inż. S. Dwójak

Praca zawiera:

stron - 34

rysunków

fotografii

tabel

tablic

załączników

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1 BOINTE-PIAP

Egz. 2 IMGW

Egz. 3 ORC-PIAP

Egz. 4 IMGW

Egz. 5 IMGW

Egz. 6 ORC-PIAP

Nr rejestr. 5512

**Analiza deskryptorowa APARATURA POMIAROWA: APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA
BUDOWLI WODNYCH /- AUTOMATYZACJA POMIARÓW**

**Analiza dokumentacyjna APARATURA KONTROLNO-POMIAROWA OPARTA NA METODZIE
STRUNOWEJ /TENSOMETRIA STRUNOWA/ PRZEZNACZONA DO
ZDALNYCH I DŁUGOTRWAŁYCH /LUB KRÓTKOTRWAŁYCH/
POMIARÓW STANÓW BUDOWLI WODNYCH-ZAUTOMATYZOWANE
ZESTAWY POMIAROWE.**

- Podtemat Nr I "Założenia konstrukcyjne i badania stanu techniki"
Nr rej. 4604 /c.I, I, III,
Podtemat Nr II "Oprac. i wyk. zestaw. 4+6 rodzajów prototypów czujników
strim do pom. pdkstałceń /..../ oraz oprac. czujn. do pom.
przemieszczeń liniowych /..../" Nr rej. 4132,
Podtemat Nr III "Oprac. i wyk. zestawu prototypowych czujn. indukc./..../
wraz z aparaturą odbiorczą /..../" Nr rej. 4975,

Tytuły poprzednich sprawozdań

- Podtemat Nr IV "Oprac. i wyk. zestawu prototypów /sond/ pomiarowych do
zdalnego pomiaru odchylenia katowych mierzonych w specjaln.
rurach /inklinometrów rurowych //..../" Nr rej. 5007,
Podtemat Nr V "Oprac. i wyk. prototypowych szczelinomierzy strun w ilości
po 10 szt. dla trzech zakresów pomiarowych" Nr rej. 5101,
Podtemat Nr VI "Oprac. i wyk. prototypowych czujników /sond do pomiaru
nacisku /ciśnienie w odwiertach dynamometrów strunowych/
w ilości 6 szt". Nr rej. 5274,
Podtemat Nr VIIa "Oprac. i wyk. 2-eh egz. czujnika SCCwp-05 o zakresie pomi-
arowym do 0,5 atm. oraz dokonanie rekonstrukcji czujnika typ
SCK rozszerzający jego zakresy pom. o zak. ± 15 ". Nr rej. 5430
Podtemat Nr VIII "Oprac. i wyk. prototypowego zestawu /..../ i trwałej reje-
stracji ich wyników na taśmie perforowanej i drukarce"
Nr rej. 5431,
Podtemat Nr VIIIa "Dodatkowe oprac. i wyk. 1 egz. strunowego miernika cyfr.
dla potrzeb komputeryzacji pom. budowli wodnych wg wymagań
przedstaw. przez IMGW /..../ oraz udział w zakupie mini-
komputera wg wym. techn." Nr rej.
Podtemat IX "Oprac. i wyk. formy do wyk. spec. rur wewnątrz żłobkowa-
nych oraz wyproduk. tych rur niezbędnych dla pomiarów in-
klinometrami strunowymi typu SCIR na osuwiskach i zboczach
Nr rej. 164/T-2/85 5507

**UKD Podtemat X "Oprac. i wyk. jednego egz. automatycznego miernika do
czujników indukcyjnych.**

MERA-PIAP/TW 331/78 5000

OPRACOWANIE I WDROŻENIE URZĄDZEŃ POMIAROWYCH DO KOMPLEKSOWEJ
KONTROLI I OBSERWACJI STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI WODNYCH
Z UWZGLĘDNIENIEM AUTOMATYZACJI POMIARÓW

W ramach tematu opracowano, wykonano oraz przekazano do produkcji aparaturę kontrolno-pomiarową do zdalnego i automatycznego pomiaru i obserwacji takich parametrów budowli wodnych jak:

- odkształcenia na powierzchni konstrukcji betonowych, stalowych i innych,
- odchylenia kątowe-pionowe i poziome,
- ciśnienia i naciski w odwiertach górotworu lub betonu,
- parametry gruntu na głębokości od 0 do 20 m /ciśnienie wody porowej i opór na stożku sondy/,
- przesunięcia i przemieszczenia liniowe /pomiaru zmian szczelin dylatacyjnych/.

Zasada działania i budowa prezentowanej aparatury pomiarowej jest oparta na metodzie tensometrii strunowej oraz na metodzie indukcyjnej /transformatory różnicowe/.

Na pierwszej z wymienionych zasad zbudowano wszystkie w/w urządzenia pomiarowe z wyjątkiem czujników, które wykorzystują zasadę drugą do pomiaru przesunięć liniowych, które wykorzystują zasadę drugą /indukcyjną/. Cała aparatura pracuje w sposób automatyczny z możliwością trwałej rejestracji wyników na drukarce lub dziurkarce. Może być też przyłączona do minikomputera. Aparatura ta powstała jako uzupełnienie tematu opracowanego w latach 1976+80 i łącznie stanowi kompleksowe /od założeń do uruchomienia produkcji/ opracowanie zagadnienia zdalnej kontroli i obserwacji parametrów budowli wodnych.

SPIS TREŚCI

	str.
1. SPRAWY FORMALNE.....	3
1.1. Przedmiot pracy	3
1.2. Zamawiający	3
1.3. Podstawa wykonania pracy	3
1.4. Zakres pracy	3
1.5. Okres realizacji pracy	4
1.6. Koszt całkowity tematu, /w tym aparatury zakupionej i wytworzonej/	4
2. OPRACOWANIE I WDROŻENIE URZĄDZEŃ POMIAROWYCH DO KOMPLEK- SOWEJ KONTROLI I OBSERWACJI STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI WODNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM AUTOMATYZACJI POMIARÓW	5
2.1. Cel pracy	5
2.2. Organizacja, podział, harmonogram i przebieg prac	6
3. OPIS MERYTORYCZNY I WYNIKI PRACY	7
3.1. WSTĘP	7
3.2. PODTEMAT I, ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE I BADANIA STANU TECHNIKI, - SPRAWOZDANIE PIAP PIAP Nr.arch.460/I,II,III.	9
3.3. PODTEMAT II, OPRACOWANIE I WYKONANIE ZESTAWU 4+6 RODZAJÓW PROTOTYPOWYCH CZUJNIKÓW STRUNOWYCH DO POMIARU ODKSZTAŁCEŃ NA POWIERZCHNI KONSTRUKCJI ORAZ CZUJNIKÓW STRUNOWYCH DO POMIARU PRZEMIESZCZEŃ LINIOWYCH, SPRAWOZDANIE PIAP, Nr.arch.4132	10
3.4. PODTEMAT III, OPRACOWANIE I WYKONANIE ZESTAWU PROTOTYPOWYCH CZUJNIKÓW INDUKCYJNYCH WRAZ Z APARATURĄ ODBIORCZĄ - SPRAWOZDANIE PIAP nr.arch.4975	12

- 3.5. PODTEMAT IV: OPRACOWANIE I WYKONANIE ZESTAWU
PROTOTYPOWYCH SOND POMIAROWYCH DO ZDALNEGO POMIARU
ODCHYLEŃ KĄTOWYCH MIERZONYCH W SPECJALNYCH RURACH -
INKLINOMETRÓW RUROWYCH, - SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5007 ... 14
- 3.6. PODTEMAT V: OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH
SZCZELINOMIERZY STRUNOWYCH W ILOŚCI PO 10 szt. KAŻDEGO
Z TRZECH ZAKRESÓW POMIAROWYCH - SPRAWOZDANIE PIAP
Nr.arch.5101 16
- 3.7. PODTEMAT VI: OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH
CZUJNIKÓW STRUNOWYCH DO POMIARU NACISKU /CIŚNIENIA/
W ODWIERTACH - DYNAMOMETRÓW STRUNOWYCH W ILOŚCI 6 szt.
- SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5274 17
- 3.8. PODTEMAT VII: OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH SOND
DO ZDALNYCH BADAŃ PARAMETRÓW GRUNTU W DWÓCH RODZAJACH
W ILOŚCI 8 szt. - SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5306 18
- 3.9. PODTEMAT VIIa: OPRACOWANIE I WYKONANIE 2-ch EGZEMPLARZY
CZUJNIKÓW SCCwp-05, O ZAKRESIE POMIAROWYM do 05 atn.
ORAZ DOKONANIE REKONSTRUKCJI CZUJNIKA typu SCK ROZSZERZAJĄC
JEGO ZAKRES POMIAROWY DO $\pm 15'$ - SPRAWOZDANIE PIAP
Nr.arch.5130 20
- 3.10. PODTEMAT VIII: OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWEGO ZESTA-
WU /w ilości 2 komplety/ AUTOMATYCZNEJ APARATURY DO POMIARÓW
RU I WYROBU 1 do 100 CZUJNIKÓW STRUNOWYCH I TRWAŁEJ REJES-
TRACJI ICH WYNIKÓW NA TAŚMIE PERFOROWANEJ I DRUKARCE,
SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5431 22
- 3.11. PODTEMAT VIIIa: OPRACOWANIE I WYKONANIE JEDNEGO MODELU
STRUNOWEGO MIERNIKA CYFROWEGO DLA POTRZEB KOMPUTERYZACJI
POMIARÓW BUDOWLI WODNYCH WG. WYMAGAŃ PRZEDSTAWIONYCH PRZEZ
IMGW ORAZ UDZIAŁ W ZAKUPIE MINIKOMPUTERA WG. WYMAGAŃ TECH-
NICZNYCH IMGW, - SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5506 24

3.12.	PODTEMAT IX: OPRACOWANIE I WYKONANIE FORMY DLA WYKONYWANIA SPECJALNYCH RUR WEWNĄTRZ ŻŁOBKOWYCH ORAZ WYPRODUKOWANIE TYCH RUR NIEZBEDNYCH DLA POMIARÓW INKLINOMETRAMI STRUNOWYMI typu SCIR NA OSUWISKACH I ZBOCZACH, - SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5507	25
3.13.	PODTEMAT X: OPRACOWANIE I WYKONANIE 1-go egz. AUTOMATYCZNEGO MIERNIKA DLA CZUJNIKÓW INDUKCYJNYCH, - SPRAWOZDANIE PIAP Nr.arch.5508	26
4.	OCENA WYNIKÓW PRACY I EFEKTY TECHNICZNO-EKONOMICZNE	26
4.1.	Ocena wyników pracy	26
4.2.	Efekty techniczno - ekonomiczne	27
5.	WNIOSKI I STWIERDZENIA KOŃCOWE	30
6.	SPRAWOZDANIA CZĘŚCIOWE, DOKUMENTACJA TECHNICZNA I PATENTY.:	32
7.	WYKAZ WYTWORZONEJ I ZAKUPIONEJ APARATURY	34

1. SPRAWY FORMALNE

1.1. Przedmiot pracy

Przedmiotem niniejszej pracy było opracowanie i wykonanie aparatury kontrolno - pomiarowej przeznaczonej do zdalnego i automatycznego pomiaru i obserwacji takich parametrów budowli wodnych jak:

- odkształcenia na powierzchni konstrukcji betonowych, stalowych i innych,
- przemieszczenia liniowe /pomiar zmian dylatacji/,
- odchylenia kątowe mierzone w specjalnych rurach żłobkowanych,
- ciśnienia i naciski w odwiertach górotworu,
- parametry gruntu /ciśnienia wody parowej i spoistość gruntu/ przy pomocy zautomatyzowanego systemu pomiarów w ilościach i wg. wymagań jak w umowie z aneksami 1 + 6.

1.2. Zamawiający

Praca została zamówiona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie jako koordynatora Programu Rządowego PR-7 "Kształtowanie i wykorzystanie zasobów wodnych kraju", w którym to programie widnieje jako temat Nr.PR-7 02.03.03.

1.3. Podstawa wykonania pracy

Umowa Nr.1325/80 z 15.09.1980 /zlec.PIAP 108/1715/ zawarta między IMGW W-wie a PIAP.

1.4. Zakres pracy

W zakres pracy, podzielonej zgodnie z umową na 8 podtematów /w końcowej części pracy, zgodnie z aneksami 4,5 dokooptowano dalsze 4/, wchodziły w każdym z nich następujące zadania do realizacji;

- a/ Badania stanu techniki i badania patentowe,
- b/ opracowanie, wykonanie modeli i sprawdzenie na nich koncepcji i działania poszczególnych czujników i urządzeń pomiarowych,
- c/ opracowanie dokumentacji konstrukcyjnych dla serii prototypowych,
- d/ wykonanie części i montaż serii prototypowych,
- e/ badania laboratoryjne i wzorcowanie serii prototypowych,
- f/ weryfikacja dokumentacji po wykonaniu serii prototypowych,
- g/ badania eksploatacyjne na budowlach wodnych w naturalnych warunkach terenowych.

Przedmiotem protokólnych odbiorów i przekazania zamawiającemu po zakończeniu każdego podtematu były jedynie:

- sprawozdania z badań wykonanych w poszczególnych podtematach,
- dokumentacje konstrukcyjne prototypów i instrukcje obsługi urządzeń,
- prototypy w rzeczywistości wykonanych ilościach.

1.5. Okres realizacji pracy

Niniejsza praca była wykonywana od chwili podpisania umowy t.j. od 1980.09.15 do 1985.10.15, a po aneksie Nr.6 do 1985.11.30

1.6. Koszt całkowity

Całkowity koszt realizacji tematu, zgodnie z aneksem Nr.5 do umowy wynosi 44.786.124 zł, przy czym koszt zakupionej aparatury zawiera się w sumie około 800.000 zł.

2. OPRACOWANIE I WDROŻENIE URZĄDZEŃ POMIAROWYCH DO KOMPLEKSOWEJ KONTROLI I OBSERWACJI STANU TECHNICZNEGO BUDOWLI WODNYCH Z UWZGLĘDNIENIEM AUTOMATYZACJI POMIARÓW

2.1. Cel pracy

Celem niniejszej pracy było opracowanie i wykonanie nowoczesnej, automatycznej aparatury kontrolno-pomiarowej do zdalnych

i długotrwałych pomiarów i obserwacji oraz kontroli budowli wodnych.

Za taką aparaturę uznano aparaturę kontrolo-pomiarową opartą na zasadzie tensometrii strunowej.

W skład zestawu aparatury będącej przedmiotem opracowania i jednocześnie będącą w zakresie czujników pomiarowych kontynuacją zestawu pomiarowego opracowanego w latach 1976 + 80 w ramach umowy 1037/76, weszły jako podstawowe i najbardziej potrzebne, stanowiące uzupełnienie całości zestawu następujące czujniki i mierniki pomiarowe:

- czujniki strunowe do pomiaru odkształceń na powierzchniach konstrukcji, betonowych, metalowych i innych, w 4-ch typowymiarach /bazach pomiarowych/ typu SC0-60,100,150,250, SC0km-60,100,150,250 i SC0pb-60,100,150,250,
- czujniki indukcyjne typu ICD - w trzech typowymiarach ± 5 mm, ± 10 mm i ± 20 mm wraz z automatycznym miernikiem pomiarowym do pomiaru przemieszczeń liniowych np. zmian szczelin dylatacyjnych,
- czujniki strunowe /szczelinomierze strunowe/ typu SCDS-300/10,30,50 do pomiaru przemieszczeń liniowych - również do pomiaru zmian szczelin dylatacyjnych,
- czujniki strunowe /strunowe inklinometry rurowe/ typu SCIR o trzech zakresach pomiarowych $\pm 5^\circ$, $\pm 15^\circ$ i $\pm 30^\circ$ mierzące pionowe odchylenia kątowe w specjalnych rurach wewnątrz żłobkowanych,
- czujniki strunowe /strunowe dynamometry otworowe/ do pomiaru ciśnienia i nacisku górotworu np. w górotworze węgla,
- strunowe sondy penetrujące typu SCPP, SCDS ~~xxxxxx~~ wraz z miernikiem odbiorczym do badań ciśnienia wody parowej i oporu na stożku w czasie wciskania sondy do gruntu,

- czujniki strunowe do pomiaru odchyłeń kątowych i czujniki strunowe do pomiaru ciśnienia wody o zmniejszonych zakresach pomiarowych.

Aparatura odbiorcza do automatycznego wybierania i cyfrowego pomiaru od 11 do 200 czujników strunowych ze stałą rejestracją wyników na drukarce lub dziurkarce taśmy, z możliwością współpracy z minikomputerem.

Praca ta była pomyślana jako kompleksowa, a po jej zakończeniu stan dorobku i posiadania w aparaturze strunowej wynosić będzie 90% różnego rodzaju czujników i urządzeń pomiarowych i odbiorczych w stosunku do stanu posiadania np. produującej firmy w tej dziedzinie H.Maihak - RFN.

2.2. Organizacja, podział, harmonogram i przebieg realizacji pracy

Praca była wykonywana w MERA-PIAP w Ośrodku ORC, w okresie od września 1980 do października 1985, a następnie listopada na podstawie umowy 1325/80 zawartej pomiędzy PIAP i IMGW i stanowiła naturalne przedłużenie i kontynuację prac z poprzedniej 5-latki, /umowa 1037/76/, co dla całości dorobku tematycznego było niezwykle korzystne.

Wdrożenie opracowanej aparatury odbywało się: w zakresie eksploatacji prototypów przez IMGW, a w zakresie uruchomienia produkcji przez Zakład Aparatury Naukowej UJ w Krakowie, na podstawie oddzielnej umowy wdrożeniowej podpisanej pomiędzy PIAP i ZAN-UJ. Sukcesywnie, podtematami po wykonaniu i zmontowaniu serii prototypowej, ich laboratoryjnym przebadaniu i wywzorcowaniu instalowano czujniki i urządzenia pomiarowe stopniowo na budowlach wodnych wyznaczonych przez zamawiającego tj. IMGW z nadzorem autorskim ze strony PIAP przez cały okres trwania umowy.

Poszczególne podtematy w całym temacie, wymienione w p.3

były każdorazowo konsultowane z zamawiającym, a wyniki takich zadań jak:

- sprawozdanie z badań laboratoryjnych,
- wykonane prototypy,
- dokumentacje konstrukcyjne, instrukcje obsługi i użytkowania /DTR/ były przedmiotem protokółarnych odbiorów i przekazania Zamawiającemu po zakończeniu każdego z podtematów pracy. Wszystkie podtematy zostały wykonane i odebrane w planowanych terminach.

Dodatkowo, zgodnie z aneksami Nr.4 i Nr.5 opracowane i wykonane podtematy VIIa, VIIIa, IX i X.

3. OPIS MERYTORYCZNY I WYNIKI PRACY

3.1. Wstęp

Koncepcję omawianej aparatury kontrolno-pomiarowej oparte o zasadę tensometrii strunowej, wykorzystując w konstrukcjach czujników strunowych zależność częstotliwości drgań napiętej struny od jej naprężenia /odkształcenia/ sprężystego opisana wzorem

$$f = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{\sigma}{\rho}} \sqrt{\varepsilon} ;$$

gdzie: f - przedstawia częstotliwość drgań struny [HZ]

l - długość struny /baza pomiarowa/ [m]

σ - naprężenia materiału struny [N/m²]

ρ - gęstość materiału struny [kg/m³]

ε - odkształcenie względne struny [%c]

Otrzymany z czujnika strunowego sygnał elektryczny, w którym nośnikiem informacji jest częstotliwość, jest łatwy do bezbłędnego przekazania na duże odległości, gdyż częstotliwość nie ulega zniekształceniom wynikającym z właściwości toru elektrycznego.

Czujniki strunowe cechuje cyfrowy sygnał, mała wrażliwość na warunki otoczenia i duża stabilność pomiarów w czasie.

11

Zalety te sprawiają, że tam, gdzie należy dokonywać długoletnich obserwacji z dużej odległości od mierników strunowa metoda pomiaru jest praktycznie niezastąpiona. Dużą zaletą tych czujników jest łatwość cyfrowej obróbki uzyskanych z nich sygnałów pomiarowych.

Niedokładność pomiaru tymi czujnikami wynosi około 1% zakresu pomiarowego a rozdzielczość, w ~~zależności~~ zależności od stosowanego miernika, z którym współpracują czujniki, zawiera się od 0,1% do 0,036% zakresu pomiarowego.

Zależność pomiędzy wielkością mierzoną tj. częstotliwością a interesującym nas wynikiem pomiaru tj. ~~czężotliwością~~ np. ciśnieniem odkształceniem lub temperaturą określają poniżej przedstawione wzory.

1. Przy pomiarze miernikiem analogowym - SAM-10:

$$Wp = C_1 / DZk - DZo/$$

gdzie: Wp -wynik pomiaru

C_1 - stała pomiarowa czujnika przy pomiarze miernikiem SAM - 10

DZk - częstotliwość kolejna, mierzona działkami miernika SAM-10 - przy kolejnym pomiarze,

DZo - częstotliwość początkowa, mierzona działkami miernika SAM-10 - przy pomiarze początkowym - zerowym.

Pomiar zerowy stanowi wartość odniesienia wszystkich kolejnych pomiarów.

2. Przy pomiarze miernikiem cyfrowym SMC-02:

$$Wp = C_2 /fk^2 - fo^2/,$$

gdzie: C_2 - stała pomiarowa czujnika przy pomiarze miernikiem SMC-02 /pomiar częstotliwości/

fk - częstotliwość / w Hz / mierzona miernikiem SMC - 02 przy kolejnym pomiarze,

f_0 - częstotliwość początkowa /w Hz/ - zerowa

3. Przy pomiarze miernikami cyfrowymi - automatycznymi
SMC-10, SMCL-10, SMCL-200; SMCK-200 :

$$Wp = C_3 / \frac{1}{T_{kz}} - \frac{1}{T_{ok}} /$$

gdzie: wartość $\frac{1}{T_{ok}}$ - jest czasem trwania 100 okresów
drgań struny.

C_3 - stała pomiarowa czujnika ustalona w procesie
produkcji przy współpracy z miernikami SMC-10,
SMCL-10, SMCL-200, SMCK-200 .

Zdolność rozdzielacza tych czujników jest dobra i wynosi,
przy współpracy z miernikami:

SAM-10 - 0,1% zakresu pomiarowego

SMC-02 - 0,05% zakresu pomiarowego

SMC-10 - 0,036% zakresu pomiarowego

SMCL-10, SMCL-200 - 0,036% zakresu pomiarowego.

3.2. PODTEMAT I - ZAŁOŻENIA KONSTRUKCYJNE I BADANIA STANU

TECHNIKI - Sprawozdanie PIAP Nr. arch. 4604/I,II i III.

W podtemacie I przedstawiono przegląd i szczegółową analizę istniejących rozwiązań konstrukcyjnych na świecie aparatury będącej przedmiotem prac w temacie PR-7.02.03.03. W szczególności przedstawiono zestawienia danych metrologiczno-technicznych czujników i mierników produkowanych przez znane firmy na świecie, przedstawiono wymagania ogólne i szczegółowe poszczególnych konstrukcji czujników i mierników, przeprowadzono analizę możliwości rozwiązań konstrukcyjno-technicznych czujników i aparatury odbiorczej, przedstawiono wybór koncepcji rozwiązań i przewidywanych parametrów i wymagań techniczno-metrologiczno-ekonomicznych oraz potrzeb rynkowych.

Na koniec pracy przeprowadzono analizę patentową czujników,

mierników i urządzeń strunowych oraz przedstawiono harmonogram prac konstrukcyjno-doświadczalnych dla uruchomienia produkcji czujników, mierników i urządzeń będących przedmiotem opracowania w tym temacie.

Przedstawiono i zestawiono również dostępną literaturę /prospekty, foldery/ wydawaną na świecie a dotyczącą opracowywanego tematu.

Praca ta była niezbędna dla podjęcia dalszych podtematów i okazała się niezwykle pomocna ze względu na swoje wyczerpujące i wnikliwe przedstawienie aktualnego stanu techniki w tym zakresie na świecie.

Koszt opracowania podtematu w chwili jego zakończenia tj. 31.05.81 wyniósł 291.500 zł.

3.3. PODTEMAT II - OPACOWANIE I WYKONANIE ZESTAWU 4 + 6 RODZAJÓW
PROTOTYPOWYCH CZUJNIKÓW STRUNOWYCH DO POMIARU
ODKSZTAŁCEŃ NA POWIERZCHNI KONSTRUKCJI.

Zgodnie z tytułem, w tym podtemacie opracowano i wykonano serię prototypową 66 szt. czujników strunowych do pomiaru odkształceń na powierzchniach konstrukcji betonowych i metalowych o 4-ch bazach pomiarowych.

1. Czujniki strunowe do pomiaru odkształceń typu SCO-60, SCO-100, SCO-150 i SCO-250.
2. Czujniki strunowe do pomiaru odkształceń na powierzchniach konstrukcji betonowych: ^{typu} SCOpb-60, SCOpb-100, SCOpb-150 i SCOpb-250.
3. Czujniki strunowe do pomiaru odkształceń na powierzchniach konstrukcji metalowych: typu SCOkm-60, SCOkm-100, SCOkm-150 i SCOkm-250.

Istota działania czujników /karty kat. 1, 2, 3 i 4/ polega na zamocowaniu przy pomocy zacisków i wkrętów struny wewnątrz

sprężystej konstrukcji o kształcie rurki połączonej ze sprężystym mieszkim stalowym, którego zadaniem jest zmniejszenie wzdłużnej sztywności czujników do minimum /do uzyskania siły o wartości jaka jest potrzebna do uzyskania przez strunę poprzecznych drgań własnych o częstotliwości 700 Hz/. Drgania mechaniczne struny będące kwadratową funkcją wzdłużnego odkształcenia struny są zamieniane przy pomocy przetwornika elektromagnetycznego umieszczonego w środku jej długości na sygnał elektryczny o tej samej częstotliwości. Czujnik jest hermetycznie zamknięty.

Na zewnątrz posiada różnego rodzaju uchwyty, przy pomocy których można przytwierdzić go do powierzchni badanej - betonowej, metalowej, drewnianej lub skalnej.

Czujniki te są w sposób łatwy instalowane na obiektach badanych i mogą być wielokrotnie używane-zdejmowane i zakładane.

Zdały dobrze egzamin w badaniach laboratoryjnych oraz w naturalnych warunkach np. w badaniach sił i odkształceń w rozporach /rurach/ stalowych.

Na podstawie odrębnej umowy pomiędzy PIAP a ZAN-UJ została uruchomiona ich produkcja seryjna w ZAN-UJ.

Wnioski z wykonania podtematu są następujące:

- dokładność i powtarzalność wskazań tych czujników są dobre i zgodne z założeniami,
- dokumentacja prototypowa wykonana w ramach tego podtematu została dostosowana do potrzeb produkcji i przekazana producentowi,
- czujniki prototypowe w ilości j/w z dokumentacją i sprawozdaniem przekazane zamawiającemu,
- ze względu na swoją konstrukcję, wynikającą z istoty swojego działania czujniki te są stosunkowo delikatne i wymagają ostrożnego obchodzenia się z nimi, a w czasie transportu

wymagają stosowania specjalnych opakowań.

Koszt opracowania podtematu w chwili jego zakończenia tj. do 30.11.81 wyniósł 3.400.000 zł.

3.4. PODTEMAT III - OPRACOWANIE ZESTAWU PROTOTYPOWYCH CZUJNIKÓW
INDUKCYJNYCH WRAZ Z APARATURĄ ODBIORCZĄ -
Sprawozdanie PIAP, Nr.arch. 1975.

Przedmiotem pracy w tym podtemacie, zgodnie z tytułem było opracowanie i wykonanie oraz badania nowych czujników indukcyjnych pracujących na innej zasadzie niż strunowe, przeznaczonych do zdalnego pomiaru przemieszczeń w granicach od 0 do 40 mm wraz z aparaturą odbiorczą.

Praca miała na celu opracowanie czujników do pomiaru przemieszczeń liniowych o bardzo wysokiej rozdzielczości- 1 mikrona. Czujniki te, obok zastosowań w budownictwie wodnym mają szerokie zastosowanie również w innych dziedzinach gospodarki narodowej np. w przemyśle maszynowym.

Aparatura działa w oparciu o transformatorowe, różnicowe czujniki indukcyjne, które przetwarzają przesunięcie liniowe na sygnał napięciowy. Stosowany do współpracy z czujnikami miernik zasila uzwojenie pierwotne cewki czujnika napięciem sinusoidalnie zmiennym oraz umożliwia odczyt przesunięcia w milimetrach mierząc sygnał wyjściowy czujnika.

Zasada działania aparatury jest odmienna w stosunku do typowych rozwiązań układów współpracujących z czujnikiem indukcyjnym i pozwala na eliminację niedokładności układów.

Aparatura /karta kat.Nr.5/ zbudowana została w oparciu o koncepcję zastosowania sprzężenia zwrotnego, stabilizującego sumę napięć wyjściowych czujnika, oraz zastosowanie oddzielnych przetworników AD/AC dla obu napięć wtórnych czujnika.

Czujniki są typowymi, znanymi, transformatorowymi, różnicowymi

czujnikami indukcyjnymi.

Spośród szerokiej gamy stosowanych przetworników przesunięcia na sygnał elektryczny wyróżniają się one dobrą liniowością skali przetwarzania oraz bardzo dobrą rozdzielczością.

/0,01% zakresu pomiarowego/. Konstrukcja czujnika oparta jest na przesuwającym wewnątrz korpusu z nawiniętymi cewkami rdzeniu ferromagnetycznym, zmieniającym sprzężenie między tymi cewkami. Miernik stanowi oddzielną ^{całość} połączoną z czujnikami za pośrednictwem kabli telefonicznych. Składa się on z następujących elementów:

- bloku zasilania
- generatora
- prostownika i układu stabilizacji
- woltomierza cyfrowego
- przełączników, gniazd itp.

Uzwojenie pierwotne czujnika zasilane jest z generatora napięciem sinusoidalnie zmiennym o częstotliwości 1000 Hz.

Napięcia wyjściowe z czujnika są oddzielnie prostowane a następnie odejmowane. Różnica tych napięć, proporcjonalna do przesunięcia rdzenia czujnika, jest mierzona przy pomocy woltomierza cyfrowego. Odczyt jest liniową funkcją przemieszczenia.

Wnioski z wykonania . podtematu są następujące:

- dokładność i powtarzalność wskazań tych czujników są dobre i zgodne z założeniami,
- opracowana dokumentacja wykonana w ramach tego podtematu jest przygotowana do ewentualnego przekazania producentowi tej aparatury /dotychczasowy producent ZAN-UJ nie podjął tej produkcji - ze względu na brak mocy produkcyjnych/,
- czujniki prototypowe, w ilości 45 szt z dokumentacją i sprawozdaniem zostały przekazane Zamawiającemu,

17

- część czujników /około połowy/ została zainstalowanych na zaporze Dębe i po prawie rocznej eksploatacji zdała egzamin,
- mankamentami prototypów są:
 - brak szczelności przesuwającego się trzpienia mierniczego /starzejące się gumki osłonowe/ oraz brak automatycznego wyboru czujników do pomiaru.

Koszt opracowania podtematu w chwili jego zakończenia, to jest 30.01.1983 wyniósł, zgodnie z aneksem Nr.5 - 4.275.900 zł.

3.5. PODTEMAT IV - OPRACOWANIE I WYKONANIE ZESTAWU PROTOTYPOWEGO
SOND POMIAROWYCH DO ZDALNEGO POMIARU ODCHYLEŃ
KĄTOWYCH MIERZONYCH W SPECJALNYCH RURACH -
INKLINOMETRÓW RUROWYCH

Sprawozdanie PIAP Nr. arch.5007.

W podtemacie IV opracowano i wykonano zgodnie z umową 15 szt. strunowych inklinometrów rurowych wraz ze specjalnym wózkiem, umożliwiającym przesuwanie ich wewnątrz specjalnych rur żłobkowanych. Czujniki opracowano i wykonano o trzech zakresach pomiarowych:

- SCIR-5 - $\pm 5^{\circ}$
- SCIR-15 - $\pm 15^{\circ}$
- SCIR-30 - $\pm 30^{\circ}$

Inklinometry są przeznaczone do pomiaru odchylenia i przemieszczeń w gruntach, pochylenia, przegięć ścian budowli, wykopów itp. Zasada pomiaru polega na tym, że inklinometr jest opuszczany w prowadnicy /rurze żłobkowanej wewnątrz/ przechodzącej przez różne warstwy gruntu. Na kolejnych, znanych głębokościach odczytuje się częstotliwości drgań własnych 3-ch strun, zamocowanych w czujniku, co pozwala na określenie aktualnego azymutu i wartości odchylenia prowadnicy czujnika od pionu.

Wewnątrz obudowy /1/ - /karta kat.Nr.6/ znajduje się obciążnik

pomiarowy /2/ zawieszony na elemencie sprężystym /3/, który swoim górnym końcem jest sztywno związany z obudową. Odchylenie inklinometru od pionu wywołuje ugięcie elementu sprężystego, i względną zmianę naprężeń strun /4/. Powoduje to zmiany częstotliwości ich drgań. Na tej podstawie określa się kierunek /azymut/ i wartość odchylenia inklinometru od pionu. Ponieważ inklinometr jest związany poprzez kółka /5/ z prowadnicą, więc jest to równoważne z określeniem odchylenia prowadnicy od pionu. Wykonano 15 szt. inklinometrów o zakresach pomiarowych: 5 szt - SCIR - 5 - / $\pm 5^{\circ}$ /, 5 szt. SCIR - 15 - / $\pm 15^{\circ}$ /, 15 szt. SCIR - 30 - / $\pm 30^{\circ}$ /.

Przeprowadzone w tym podtemacie badania potwierdziły możliwość pomiaru kąta odchylenia od pionu i azymutu przy pomocy skonstruowanych inklinometrów trójstrunowych typu SCIR-5/15/30.

Czujniki serii prototypowej uzyskały zgodne z założeniami konstrukcyjnymi rozdzielczość i zakres pomiarowy.

Brak zastrzeżeń w procesie wykonawstwa prototypów ze strony przyszłego producenta tj. ZAN-UJ świadczy o poprawności rozwiązań konstrukcyjnych od strony wykonawczej i stosowania opracowanej dokumentacji przy produkcji seryjnej. Prowadzone przez nas przy pomocy tych inklinometrów badania eksploatacyjne nie pokazały wszystkich możliwości metrologicznych czujników ze względu na występujące bardzo niewielkie odchylenia od pionu na obiekcie badanym oraz zastosowanie rur pomiarowych bez żłobków.

W najbliższej perspektywie, po wykonaniu rur żłobkowanych /podtemat IX/ powstanie możliwość pełnego sprawdzenia w eksploatacji w/w inklinometrów, zgodnie z ich przeznaczeniem.

Opracowana dokumentacja będzie adaptowana dla potrzeb producenta tj. ZAN-UJ na podstawie oddzielnej umowy.

Czujniki - inklinometry prototypowe w ilości 15 szt. wraz ze

sprawozdaniem, dokumentacją oraz DTR zostały przekazane Zamawiającemu. Koszt opracowania podtematu w chwili jego zakończenia tj. 31.03.1983 wyniósł zgodnie z aneksem Nr.2 5.180.688 zł.

3.6. PODTEMAT V - OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH SZCZELINOMIERZY STRUNOWYCH W ILOŚCI PO 10 szt. Z TRZEMA ZAKRESAMI POMIAROWYMI

Sprawozdanie PIAP, Nr. arch. 5101.

Idea opracowania tego rodzaju szczelinomierzy powstała pod wpływem potrzeb zdalnego mierzenia wartości bezwzględnych zmian szczelin dylatacyjnych bloków betonowych zapór, jednocześnie conajmniej w dwóch płaszczyznach w zakresie pomiarowym od 0 do 50 mm. Zasada pomiaru szczelinomierza strunowego jest następująca: przesunięcie trzepienia /5//karta katalogowa Nr.7/ poprzez sprężynę /4/ jest przenoszona na element sprężysty /3/ ze struną /9/, powodując zmianę częstotliwości jej drgań poprzecznych. Podstawowymi elementami pomiarowymi w czujnikach jest sprężyna /4/ i element sprężysty /3/, w którym jest zamocowana struna /9/, przetwornik elektromagnetyczny /2/ i kabel /6/.

Do elementu sprężystego /3/, jest zamocowana struna /9/, przetwornik elektromagnetyczny /2/ i kabel /6/.

Do elementu sprężystego /3/ jest zamocowana sprężyna pomiarowa /4/ związana swoim drugim końcem z trzepieniem /5/ prowadzonym suwliwie bez możliwości obrotu, w tulei /8/. Mierzone przemieszczenie jest przekazywane z końcówki dotykowej /10/ poprzez trzpień /5/, sprężynę /4/ i element sprężysty /3/ na strunę /9/, zmniejszając jej naprężenie i częstotliwość drgań. Wsuniecie końcówki /10/ wraz z trzepieniem /5/ na długości odpowiadającą zakresowi pomiarowemu wymaga przyłożenia siły około 60 N.

Wykonano 30 szt. prototypowych szczelinomierzy typu SCDS-300 -

10/30/50 o zakresach pomiarowych : od 0 do 10 mm, od 0 do 30 mm i od 0 do 50 mm.

Czujniki - szczelinomierze typu SCDS uzyskały zarówno w badaniach laboratoryjnych jak również eksploatacyjnych /zapory Dębe i Besko, założoną rozdzielczość, zakresy pomiarowe oraz niedokładkość pomiaru lepszej niż 1% zakresu pomiarowego. Mankamentem ich jest osłona gumowa 7 - karta katalogowa Nr.7, która pod wpływem starzenia się gumy staje się nieszczelna.

Seria prototypowa była całkowicie wykonana przez ich producenta tj. ZAN-UJ.

Sprawozdanie, dokumentacja konstrukcyjna, DTR oraz 30 szt. szczelinomierzy zostało protokółarnie przekazanych zamawiającemu. Koszt opracowania podtematu w chwili jego zakończenia tj. 31.10.1983 wyniósł zgodnie z aneksem Nr.2-4.251.516 zł.

3.7. PODTEMAT VI - OPACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH CZUJNIKÓW STRUNOWYCH DO POMIARU NACISKU /CIŚNIENIA/ W ODWIERTACH - DYNAMOMETRÓW STRUNOWYCH W ILOŚCI 6 szt.
Sprawozdanie PIAP, Nr.arch.5274.

Strunowe czujniki, dynamometryczne typu SCDO będące przedmiotem opracowania podtematu VI są przeznaczone do pomiarów zmian płaskiego stanu odkształceń, w betonie, górotworze i w innych ośrodkach np. ~~górotworze~~ górotworze węgla, w płaszczyźnie prostopadłej do osi symetrii /wzdłużnej/ czujnika.

Czujnik strunowy-dynamometr otworowy /rys.4477 Zsp/ przedstawia sobą pręt o średnicy $\phi 40$ mm i dł.1 m z usytuowaną pośrodku swojej długości częścią pomiarową - również w postaci elastycznego walca o $\phi 40$ i długości 150 mm wewnątrz, którego znajduje się sprężysta tuleja z osadzonymi w niej w równych odległościach od siebie prostopadłymi do osi wzdłużnej czujnika trzema strunami o długości po 30 mm każda, przesuniętymi względem siebie

kątowno co 120° . Odkształcenia badanego ośrodka przenoszone są na czujnik rozprężony wstępnie, w uprzednio wykonanym do tego celu otworze, o średnicy o jeden milimetr większej od średnicy czujnika i wywołują odkształcenia sprężyste elementów czujnika, które to odkształcenia są przenoszone na wspomniane struny pomiarowe, zamocowane w czujniku. Mierzone znanymi sposobami zmiany częstotliwości drgań strun, będące kwadratową funkcją ich odkształceń są wstawiane do wzorów, z których następnie oblicza się przyrost naprężenia $\Delta\sigma$ i $\operatorname{tg} 2\alpha$ - gdzie α jest kątem pomiędzy kierunkiem maksymalnego odkształcenia a kierunkiem wyznaczonym przez strunę Nr.1. Przy dużych zmianach temperatury, wyniki pomiarów koryguje się uwzględniając wpływ temperaturowy.

Wykonano 6 prototypowych sond typu SCDO o zakresie pomiarowym od 0 do 400 kN /40 ton/ /80 MN/m²/.

Badania laboratoryjne /wzorcowanie czujników na prasie w obejmach metalowych/ wykazały, że tego rodzaju dynamometry powinny być wzorcowane na prasie wytrzymałościowej w próbkach wykonanych z materiału /skała, beton/do jakiego będą wkładane w celu dokonywania pomiarów. Sprawozdanie, dokumentacja, DTR oraz 6 szt. dynamometrów zostało protokółarnie przekazanych Zamawiającemu. Koszt opracowania podtematu VI w chwili jego zakończenia tj. 30.06.1984 wyniósł, zgodnie z aneksem 4 i 5 - 5.123.520 zł.

3.8. PODTEMAT VII - OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWYCH SOND DO ZDALNYCH BADAŃ PARAMETRÓW GRUNTU W DWÓCH RODZAJACH, w ilości 8 szt.

- Sprawozdanie PIAP, Nr.arch.5396.

Sondy penetrujące, będące przedmiotem niniejszego podtematu są przeznaczone do pomiaru ciśnienia wody porowej na stożku przez wciskanie ich do gruntu.

Sonda penetrująca /strunowa/ typu SCPP Rys.4498 Zsp przeznaczona do pomiaru ciśnienia wody w porach gruntu składa się ze stożka

22

małego /1/, filtra /2/, stożka dużego /3/, membrany z korpusem /4/, struny pomiarowej /5/, elektromagnesu /6/, tulei zewnętrznej /7/, zacisków struny, kabla pomiarowego /10/, oraz uszczelnienia kabla /3/.

Sonda penetrująca /strunowa/ typu SCPS Rys.4499 Zsp przeznaczona do pomiaru ciśnienia wody porowej i siły oporu na stożku przez wciskanie jej do gruntu składa się ze stożka oporowego /1/, filtra /2/, membrany z korpusem /3/ i struny pomiarowej ciśnienia wody porowej /1/, elektromagnesów /5/ i /9/, tulei osłonowej /kompensacyjnej/ /6/, korpusu przenoszącego siłę oporu na stożku /7/, II struny pomiarowej /opór na stożku/ /8/, obudowy elektromagnesu /10/, zacisków strun /11/, kabla pomiarowego /12/, uszczelnienia kabla /13/ oraz tulei z gwintem stożkowym /14/.

Woda porowa z gruntu, poprzez pierścieniowy /spiekany/ filtr ze stali nierdzewnej /porowaty/ /2/ - Rys.4498 Zsp, o bardzo małych porach, odpowietrzony i nasycony wodą, oddzielający mechaniczne ciśnienie gruntu od ciśnienia hydraulicznego wody, naciska na membranę /3/, która pod wpływem tego odkształca się sprężysto. Powoduje to zmianę naprężenia w strunie pomiarowej /4/ zamocowanej jednym końcem w membranie a drugim końcem w korpusie czujnika. Mechaniczne drgania struny zostają przetworzone przy pomocy układu elektromagnetycznego na sygnał elektryczny o częstotliwości równej częstotliwości mechanicznych drgań poprzecznych struny. Pomiar ciśnienia wody porowej w sondzie typu SCPS przebiega identycznie jak w sondzie typu SCPP, natomiast siła oporu na stożku /1/ przenoszona jest na korpus pomiarowy /7/, w którym zamocowana jest struna pomiarowa. Pod wpływem zmian oporu /siły/ na stożku korpus pomiarowy /7/ odkształca się sprężysto, co powoduje zmianę naprężeń w strunie pomiarowej /8/ a tym samym zmianę jej drgań poprzecznych.

Sondy, przy pomocy specjalnych żerdzi i urządzenia wciskającego

są z jednakową szybkością wciskane do gruntu. Przy pomocy innego urządzenia, zawieszzonego na żerdzi, w jednakowych odstępach czasu jest dokonywany pomiar częstotliwości drgań strun i rejestrowany na rejestratorze elektronicznym ERD-103. Analizy wykresu dokonuje się po dokonaniu pomiarów. Wykonano 8 sond, po 4 każdego typu SCPP i SCPS. Czujniki te po badaniach laboratoryjnych potwierdziły spodziewane parametry metrologiczno-techniczne.

Należy jeszcze dodatkowo /poza już prowadzonymi/ przeprowadzić próby wciskania sond w naturalnych warunkach polowych wspólnie z wyspecjalizowanymi w tym zakresie instytucjami jak Hydrogeo lub SGGW-AR w Warszawie jak to było wykonywane dotychczas.

Sprawozdanie, dokumentacja, DTR oraz 8 szt. sond zostało protokółar nie przekazanych Zamawiającemu.

Koszt opracowania podtematu VII w chwili jego przekazania tj. 31.03.85 zgodnie z aneksem Nr.4 i 5 wyniósł 7.148.208 zł.

3.9. PODTEMAT VIIa - OPRACOWANIE I WYKONANIE 2-ch EGZEMPLARZY CZUJ-
NIKÓW SCCwp-05 O ZAKRESIE POMIAROWYM DO 0,5 ATN
ORAZ DOKONANIE REKONSTRUKCJI CZUJNIKA typu SCK
ROZSZERZAJĄC JEGO ZAKRES POMIAROWY DO $\pm 15'$

Sprawozdanie PIAP, Nr. arch.5480.

Potrzeba posiadania czujników do pomiaru zmian słu pa wody w piezometrach zapór o małym zakresie pomiarowym oraz bardzo dobrej rozdzielczości, rzędu jednego centymetra słu pa wody oraz czujnika strunowego /klinometru/ o zmniejszonym zakresie pomiarowym rzędu $\pm 15'$: spowodowały konieczność przekonstruowania i modyfikacji istniejących i produkowanych czujników SCCwp i SCK.

W pierwszym przypadku ze względu na bardzo duże trudności wykonania cienkościennych membran zdecydowano się na koncepcję czujnika opracowanego w podtemacie VII, o dwóch elektromagnesach, grubszej membranie i strunie o drganiach ustalonych, w którym to czujniku

uzyskano zakres częstotliwości roboczej 2000 Hz zamiast 200 Hz .
Poprawiono w ten sposób 10-krotnie rozdzielczość pomiaru przy
stosunkowo łatwym wykonawstwie membrany. Uzyskano rozdzielczość
rzędu 1,5 cm/1Hz. W drugim typie czujnika - klinometrze strunowym
typu SCK, wydłużono ramię wahadła, do którego przymocowany jest
jeden koniec struny pomiarowej, wydłużając również czujnik o kil-
ka centymetrów. Osiągnięto w ten sposób żądany, zmniejszony zakres
pomiarowy od $0 \pm 15'$, oraz rozdzielczość rzędu 5".

Wykonano po dwa modele każdego typu czujników a następnie przebada-
no je laboratoryjnie.

Badania potwierdziły zarówno uzyskanie spodziewanych zakresów jak
i rozdzielczości.

Wnioski uzyskane z tego podtematu są następujące:

Wykonane i przebadane modele czujników potwierdziły możliwość
pomiaru zmian skupa wody z rozdzielczością 1,5 cm i odchyłeń
kątowych z rozdzielczością, rzędu 5", przy niedokładności pomiaru,
lepszej niż 1% zakresu pomiarowego.

W ten sposób uzyskano dwa nowe czujniki - rozszerzając posiadany
zestaw aparatury strunowej.

Należy podkreślić fakt, że w przypadku czujnika typu SCCwp-05
uzyskano nowy czujnik, wielce przydatny do badań i obserwacji
atmosferycznych
opadów w całym kraju.

Zamawiającemu przekazano:

- dokumentacje konstrukcyjne ze sprawozdaniem,
- instrukcje obsługi z czujnikami.

Koszt opracowania - bardzo niski zgodnie z aneksem Nr.5 wyniósł
w dniu zakończenia pracy tj. 30.06.1985 - 258.800 zł.

3.10. PODTEMAT VIII - OPRACOWANIE I WYKONANIE PROTOTYPOWEGO ZESTAWU
/w ilości 2 komplety/ AUTOMATYCZNEJ APARATURY DO
POMIARU I WYROBU OD 11 DO 100 CZUJNIKÓW STRUNOWYCH
I TRWAŁEJ REJESTRACJI ICH WYNIKÓW NA TAŚMIE PER-
FOROWANEJ I DRUKARCE.
- Sprawozdanie PIAP Nr.arch.5431.

Celem pracy w tym podtemacie było opracowanie i wykonanie dwóch zestawów automatycznej aparatury strunowej do zdalnego wybierania i pomiaru 200 czujników strunowych, zainstalowanych na zaporze lub ~~innych~~ innym obiekcie z chwilową i trwałą rejestracją na dziurkarce taśmy lub drukarce. Następnie przeprowadzenie badań laboratoryjnych oraz opracowanie dokumentacji konstrukcyjnej oraz instrukcji obsługi i użytkowania.

W szczególności chodziło o uzyskanie w tych zestawach dobrych parametrów metrologicznych i technicznych takich jak powtarzalność i rozrzut wskazań, próg czułości i dokładności, niewielki wpływ temperatury na wskazania oraz dobre własności eksploatacyjne: sprawność i wygoda obsługi, duża trwałość oraz liniowe wskazania względem wartości mierzonej.

W okresie realizacji podtematu zdecydowano się na opracowanie zestawu o pojemności 200 czujników a nie 100 jak to jest określone w umowie.

Opracowany i wykonany zestaw pomiarowy nazwany SMCL-200 /strunowy miernikmcyfrowy - zlinearyzowany o pojemności 200 czujników/ składa się z trzech zespołów-urządzeń; strunowego miernika typu SMCL-10, który samodzielnie w sposób automatyczny może wybierać do pomiaru i mierzyć wskazania 10 czujników strunowych bezpośrednio ~~z~~ z nim połączonych, strunowego wybieraka miejsc pomiarowych typu SWMP-20 przy pomocy, którego można wybierać w sposób ręczny

/dowolny czujnik od 1-go do 200-setnego / półautomatyczny - od dowolnego czujnika, pierwszego w dowolnej skrzynce kolejno do 200-setnego/ oraz w sposób automatyczny od 1-go czujnika do ostatniego - 200-setnego/.

Trzecim urządzeniem w systemie SMCL-200 jest zestaw 20 skrzynek rozdzielczych typu SR-10 z zainstalowanymi wewnątrz płytkami elektronicznymi i przekaźnikami hermetycznymi, każda z możliwością przyłączenia do niej końcówek kabli czujników.

Zakres częstotliwości mierzonych jako średnia 100 okresów drgań struny tych zestawów wynosi 166,66 ms do 83,33 ms, co odpowiada częstotliwości od 600 Hz do 1.200 Hz z dokładnością $\pm 0,0001$ ms / $\pm 0,1$ Hz przy pomiarze 1000 Hz/.

Wynik pomiaru jest eksponowany na wyświetlaczach w postaci -liniowej - gotowej do dalszych, uproszczonych już przeliczeń, dzięki układowi kalkulatorowemu, zainstalowanemu wewnątrz miernika SMCL-10.

Na podstawie przeprowadzonych badań i ~~wyników~~ uzyskanych wyników należy stwierdzić, że badane zestawy pomiarowe zdały w pełni egzamin i spełniły stawiane im wymagania.

Dzięki takim zaletom jak np. automatyczny i cyfrowy pomiar /wyeliminowanie błędów subiektywnych/, dobra rozdzielczość / $\pm 0,07$ Hz średnia/, niewielki rozrzut wskazań i niewielkie błędy temperaturowe, zestaw ten dorównuje tego rodzaju opracowaniem przodujących firm, produkujących tego rodzaju aparaturę.

Godnym podkreślenia jest fakt zastosowania w mierniku typu SMCL-10 układu kalkulatorowego dzięki czemu wskazania zestawu są w zależności liniowej w stosunku do wielkości mierzonej, co jest bardzo pomocne przy pomiarach i obliczeniach, gdy nie korzysta się z maszyn matematycznych.

Dwa zestawy SMCL-200 /SMCL-10 + SWMP -20 + 20 szt SR-10/, dokumentacja konstrukcyjna i DTR zostały prorokólnie odebrane przez Zamawiającego.

Koszt opracowania, zgodnie z aneksem Nr.5, wynosił w dniu odbioru pracy tj. 30.06.1985 - 9.927.648 zł.

3.11. PODTEMAT VIIIa - DODATKOWE OPRACOWANIE I WYKONANIE STRUNOWEGO MIERNIKA CYFROWEGO DLA POTRZEB KOMPUTERYZACJI POMIARÓW BUDOWLI WODNYCH WG. WYMAGAŃ PRZEDSTAWIONYCH PRZEZ IMGW ORAZ UDZIAŁ W ZAKUPIE MINIKOMPUTERA WG. WYMAGAŃ TECHNICZNYCH IMGW.

Sprawozdanie PIAP Nr.arch.5506.

Na podstawie notatki spisanej pomiędzy IMGW i PIAP i aneksu Nr.5 /przygotowanego na podstawie powyższej notatki/ opracowano i wykonano w terminie 30.11.85 /przedłużonym aneksem Nr.6/ jeden model strunowego miernika cyfrowego, zlineryzowanego typu SMCK-10, wraz z wybierakiem typu SWMK-20 do pomiarów częstotliwości drgań strun w 200 czujnikach i jednocześnie dla ścisłej i bezpośredniej ich współpracy z minikomputerem typu mikroster MSA-80. Działanie tego miernika jest bardzo zbliżone do działania i możliwości miernika typu SMCL-200 opisanego w punkcie 3.10. Funkcje i zadania zestawu typu SMCK-200 będą niemal identyczne jak zestawu SMCL-200 t.zn. wybieranie kolejnego lub dowolnego czujnika do pomiaru, pomiar 100 okresów drgań struny, podniesienie tej wartości do kwadratu i wyświetlanie na wyświetlaczach jej odwrotności oraz przesłanie jej do minikomputera Mikroster MSA-80 zamiast jak to było w zestawie SMCL-200 zarejestrowanie jej na elektronicznym rejestratorze EKD-103 lub wydziurkowanie na dziurkarce taśmy typu DT-105 S. Miernik SMCK-10, podobnie jak miernik SMCL-10 współpracuje z niemal identycznym wybierakiem miejsc pomiarowych typu SWMK-20 jak już opracowany wybierak typu SWMP-20. Stosowanie minikomputerów do pomiarów zgodnie ze współczesnym trendem techniki pomiarowej i obliczeniowej, skróci czas pomiaru a przede wszystkim czas obliczenia wyników i analizy stanu wskazań i wyników pomiarów wszystkich

czujników zainstalowanych na zaporze.

Ze względu na to, że nie na wszystkich zaporach, czy innych obiektach będą instalowane minikomputery, równolegle będzie produkowany i eksploatowany również klasyczny zestaw typu SMCL-200 /SMCL-1 0 + SWMP-20, +20 szt. SR-10/.

Planowane koszty realizacji tego podtematu wynoszą - 1.991.139 zł. W sumie tej mieści się również koszt zykupu dwóch zestawów pakietów do minikomputera typu Mikroster MSA-80, który to koszt wynosi 1.650.000 zł.

Przedmiotem protokółarnego przekazania Zamawiającemu w tym podtemacie są: jeden miernik strunowy typu SMCK-10 i jeden wybierak typu SWMK-20, pakiety dla dwóch zestawów do minikomputera typu Mikroster MSA-80 oraz sprawozdanie .

3.12. PODTEMAT IX - OPRACOWANIE I WYKONANIE FORM DLA WYKONANIA SPECJALNYCH RUR WEWNATRZ ŻŁOBKOWANYCH ORAZ WYPRODUKOWANIE TYCH RUR NIEZBEDNYCH DLA POMIARÓW INKLINOMETRAMI STRUNOWYMI typu SCIR NA OSÓWISKACH I ZBOCZACH.

Sprawozdanie PIAP nr.arch.5507

Potrzeba posiadania takich rur była znana nam wcześniej a potwierdziła się jeszcze raz podczas prowadzonych przez nas badań eksploatacyjnych opracowanymi w podtemacie IV inklinometrami strunowymi typu SCIR.

Badania potwierdziły, że bez posiadania specjalnych /elastycznych/ rur wewnątrz żłobkowanych pomiary pionowych odchyień katowych są niedokładne i obarczone dużymi błędami ze względu na mało dokładne i nie zawsze jednoznaczne usytuowanie /ustawienie/ prowadnic czujnika, inklinometru SCIR w rurze.

Stąd też po podpisaniu notatki a na jej podstawie aneksu Nr.5, na podstawie, których zostały zapewnione dodatkowe pieniądze, zamówiono zarówno formę jak również i kilkadziesiąt metrów rur w specjalo-

wanym zakładzie. Zapewniany umową termin przez wykonawców - 31.10.85r. został przedłużony do 30.11.1985.

Koszt w tym podtemacie wynosi 1 mil. zł. jest kosztem wynikającym z umowy podpisanej przez nas z Wykonawcami formy i rur.

Forma będzie własnością PR-7 i może służyć w przyszłości do dalszego wytwarzania rur żłobkowanych.

3.13. PODTEMAT X - OPRACOWANIE I WYKONANIE 1 EGZEMPLARZA AUTOMATYCZNEGO

MIERNIKA DLA CZUJNIKÓW INDUKCYJNYCH

Sprawozdanie PIAP Nr. arch. 5508.

Potrzeba posiadania miernika dla czujników typu ICD-5, 10 i 20 opracowanych w podtemacie III, który by wybierał do pomiaru i podawał w sposób automatyczny dane z 50 + 80 czujników zainstalowanych na obiekcie badanych i oddalonych od miernika w promieniu nie większym niż 400 + 500 metrów wypłynęła ze strony IMGW w roku 1985 i została również zapisana w notatce i aneksie Nr.5.

Uzgodniono, że podtemat ten miał być realizowany na zamówienie PIAP przez Zespół Rzeczoznawców NOT systemem uproszczonym, który miał polegać na dorobieniu do już istniejącego miernika indukcyjnego-automatycznego wybieraka. Na skutek tego, że w zespole Rzeczoznawców NOT odmówiono realizacji tego tematu zmuszeni byliśmy ^{sami} go opracować. Wybierak z miernikiem będą w stanie wybierać i mierzyć w sposób automatyczny 80 czujników indukcyjnych zainstalowanych jak powiedziano wyżej nie dalej od miernika niż 400 m. Proponowany w aneksie Nr.6 termin zakończenia - 30.11.1985 został z trudnością dotrzymany. Koszt tego podtematu wynosi 750.000 zł, Przedmiotem protokółarnego przekazania Zamawiającego jest jeden wybierak typu WMPI-20.

4. OCENA WYNIKÓW PRACY I EFEKTY TECHNICZNO-EKONOMICZNE

4.1. Ocena wyników pracy

Najważniejszymi efektami kończących się prac w umowie 1325/80

1
- temat PR - 7.02 03 03 są:

1. Opracowanie nowoczesnej, zautomatyzowanej aparatury kontrolno-pomiarowej o bardzo dobrych walorach metrologiczno-technicznych, przeznaczonej do zdalnej kontroli i obserwacji budowli wodnych.
2. Sukcesywne uruchamianie produkcji tej aparatury:
 - produkcji antyimportowej - aparatury kontrolno-pomiarowej, która obok budownictwa wodnego znajduje zastosowanie w wielu innych dziedzinach gospodarki narodowej jak np. w budownictwie górniczym, lądowym, morskim i w geologii, geotechnice a także mechanice. Zaspokojenie potrzeb pod względem opracowanych typów i rodzajów ocenia się na ~ 90%.
3. Eksport tej aparatury w tej chwili do CSRS.
4. Uzyskanie 180 szt. prototypowych czujników i urządzeń pomiarowych, które w ramach prac PR-7 są instalowane i eksploatowane na budowlach wodnych.

Jak wykazały przeprowadzone badania i uzyskane rezultaty, aparaturę tę i czujniki należy ocenić bardzo wysoko, na równi z wyrobami z tego zakresu produkcji najlepszych firm zagranicznych z krajów zachodnich.

4.2. Efekty techniczno-ekonomiczne.

Biorąc pod uwagę planowaną ilość produkcji i potrzeb dla kraju i zagranicy, wynoszącą w latach 1980 + 90 - 3.500 szt. unikalnych wyrobów będących przedmiotem opracowania jedynie w tej umowie 1325/80/produkowane są jeszcze inne wyroby będące przedmiotem opracowań w innych umowach/, wartość produkcji w ZAN-UJ wyniesie ~ 100 mil.żł. przy założeniu cen z roku 1985. Gdyby taką liczbę odpowiedników tych wyrobów zakupić np, w firmie H.Maihak-RFN, trzeba by załacić ponad 3.5 mil.DM, co przy aktualnym przeliczniku stanowi wartość ponad 200 mil.żł. Zatem spodziewany zysk powstały w kraju w tym czasie wyniesie

około 100 mil. zł. /10 mil/rók/.

Efekty wdrożeniowe dotyczące tej umowy 1325/80 polegają na tym, że wydatkowana suma 44 mil.zł. na opracowanie w tej umowie, obok wykonania dokumentacji, badań, opracowania norm zakładowych, dokumentacji techniczno-ruchowych, instrukcji wytwarzania i montażu pozwoliła na otrzymanie 180 czujników, 10 mierników, 40 skrzynek rozdzielczych, 2-ch rejestratorów elektronicznych i wielu pomocniczych urządzeń a mianowicie:

- 1/ Podtemat II - czujniki strunowe typu SCO, SCOkm i SCOpb-60, 100, 150, 250 - 66 szt.
- 2/ Podtemat III czujniki indukcyjne typu ICD-5, 10, 20 - szt.45 oraz mierniki Mi - szt. 2.
- 3/ Podtemat IV czujniki strunowe typu SCIR-5/15/30 - szt.15.
- 4/ Podtemat V - czujniki strunowe typu SCDS - szt.30.
- 5/ Podtemat VI - czujniki strunowe typu SCDO - szt.6.
- 6/ Podtemat VII - czujniki strunowe typu SCPP i SCPS - szt.8.
- 7/ Podtemat VIIa - czujniki strunowe typu SCCwp-05, SCK-15 po 2 szt.
- 8/ Podtemat VIII - Mierniki - SMCL-10 2 szt. Wybieraki SWMP-20 2 szt. i skrzynki wykierakowe typu SR-10 szt.40 i rejestrator elektroniczny typu ERD-103 - szt.2.
- 9/ Podtemat VIIIo - Miernik strunowy typu SMCK-10 z wybierakiem SWMK-20 - szt. 1 + 1.
- 10/ Podtemat IX - Głowica do rur żłobkowanych - szt 1 + 60 mb rur.
- 11/ Podtemat X - Wybierak automatyczny do miernika indukcyjnego typu SWMI-20 - szt.1.
- 12/ Kabel pomiarowy do czujników indukcyjnych typu YTKSY-3x2x0,5 - 2000 mb.

Gdyby w/w wyroby zakupić u dzisiejszego producenta tj. w ZAN-UJ Kraków trzeba by zapłacić około 10 mil.zł. a w przypadku zakupu

w firmie H.Maihak - RFN, koszt ten wyniósby poan 350.000/DM,
co stanowi ponad 20 mil.zł.

5. WNIOSKI I STWIERDZENIA KOŃCOWE

- 5.1. Omawiana aparatura strunowa została opracowana w sposób kompleksowy a jej walory metrologiczne-techniczne dorównują najlepszym rozwiązaniom firm, o światowej renomie, produkujących tego rodzaju aparaturę.
- 5.2. Należy stwierdzić, że opracowane w ramach tej umowy 18 typów czujników i mierników w połączeniu z kilkudziesięciu typami opracowanymi w ramach poprzedniej umowy-lata 1976-80 stanowią 85 + 90% potrzeb asortymentowych.
- 5.3. Z 18 wyrobów wymienionych w punkcie 5.2 i opracowanych w ramach omawianego tematu produkcja 7 została już uruchomiona w ZAN-UJ a produkcja następnych będzie zgodnie z planem uruchomiona w latach 1986 + 87.
- 5.4. Jakość produkowanych wyrobów jest dobra, co weryfikuje prawidłowość prac konstrukcyjno-badawczych i technologiczno-produkcyjnych. Świadczą o tym wyniki badań zarówno laboratoryjnych jak i eksploatacyjnych.
- 5.5. Należy dołożyć starań, aby nastąpiło jak najszybsze zainstalowanie na obiektach wodnych, pozostałych wyrobów opracowanych w tym temacie.
- 5.6. Należy stwierdzić, że omawiana aparatura dla zachowania dobrej jakości wymaga bezwzględnego przestrzegania i rzetelności w realizacji procesu technologicznego, zwłaszcza prac dotyczących strun, gdyż to decyduje o jakości czujników.
- 5.7. Jakość i trwałość omawianej aparatury po jej zainstalowaniu w dużym stopniu zależy od fachowej nad nią opieki. Dlatego wymagane jest do tego celu posiadanie wyspecjalizowanych zespołów montażowych zarówno u producenta jak również u głównych odbiorców, jak np. budownictwo wodne i górnicze.

5.8. W celu rozszerzenia asortymentu tej aparatury oraz rozszerzenia jej zastosowań należy w następnym okresie kontynuować prace badawcze i produkcyjne w tym zakresie.

6. SPRAWOZDANIA CZĘŚCIOWE, DOKUMENTACJA TECHNICZNA I PATENTY

- 6.1. Prospekty zbiorcze wszystkich czujników strunowych i aparatury odbiorczej wchodzących sukcesywnie do produkcji w ZAN-UJ - Kraków.
- 6.2. Karty katalogowe czujników i mierników typu SCO, SCOpb-60, 100, 150, 250, ICD-5/10/20, MI-10, SCIR-5/15/30, SCDS-300/10/30/50 SMCL-200.
- 6.3. Fotografie czujników i mierników: typu SČDO, SČPP i SČPS, SCCwp-05, SCK-15, ERD-103, SMCK-10, SWMI-20. ~~Składowa do xxx~~
~~Wzrosty~~
- 6.4. Norma zakładowa ;
a/ wszystkie typy czujników strunowych SC
b/ miernik cyfrowy typu SMCL-200.
- 6.5. Załączniki do podtematów od I do X
- 6.5.1 Załącznik do podtematu I
- 6.5.1.1 Sprawozdanie z podtematu I - PIAP Nr.arch.4604/I/II/III
- 6.5.2 Załącznik do podtematu II /SCO/
- 6.5.2.1 Sprawozdanie z podtematu II - PIAP Nr.arch.4142
- 6.5.2.2 Dokumentacje konstrukcyjne czujników typu SCO, SCOkm, SCOpb Nr.Nr.3988,2335,2171,2172,3993,3994,3995,3996,3989, 3990,3991,3992.
- 6.5.2.3.Patent Nr.104837
- 6.5.3. Załącznik do podtematu III /ICD/
- 6.5.3.1.Sprawozdanie z podtematu III - PIAP Nr.arch.4975
- 6.5.3.2.Dokumentacje ~~konstrukcyjne~~ konstrukcyjne czujników i miernika 4000/5, 4000/10, 4000/20 4856.
- 6.5.3.3.Patent Nr.P239254
- 6.5.4 Załączniki do podtematu IV /SCIR/.
- 6.5.4.1.Sprawozdanie z podtematu IV-PIAP Nr.arch 5007.

- 6.5.4.2. Dokumentacja konstrukcyjna czujnika SCIR nr.3997
- 6.5.4.3. Patent Nr.P 228876
- 6.5.5. Załączniki do podtematu V /SCDS/
- 6.5.5.1. Sprawozdanie z podtematu V - PIAP, Nr.arch.5101.
- 6.5.5.2. Dokumentacja konstrukcyjna czujnika SCDS Nr.3998.
- 6.5.5.3. Patent Nr.Ru 28893.
- 6.5.6. Załączniki do podtematu VI /SCDO/.
- 6.5.6.1. Sprawozdanie z podtematu VI - PIAP nr.arch. 5274.
- 6.5.6.2. Dokumentacja konstrukcyjna czujnika SCDO Nr.4477.
- 6.5.7. Załączniki do podtematu VII /SCPP i SCPS/.
- 6.5.7.1. Sprawozdanie z podtematu VII-PIAP Nr.arch.5396.
- 6.5.7.2. Dokumentacja konstrukcyjna Nr.4498, 4499.
- 6.5.8. Załączniki do podtematu VIIa /SCCwp-05, SCK-15/
- 6.5.8.1. Sprawozdanie z podtematu VIIa - PIAP Nr.arch.5430.
- 6.5.8.2. Dokumentacje konstrukcyjne Nr.4554, 4555.
- 6.5.9. Załączniki do podtematu VIII - /SMCL-200/
- 6.5.9.1. Sprawozdanie z podtematu VIII - PIAP Nr.arch.5431.
- 6.5.9.2. Dokumentacje konstrukcyjne Nr. 4449, 4450 i 4506.
- 6.5.10 Załączniki do podtematu VIIIa /SMCK-10/.
- 6.5.10.1. Sprawozdanie z podtematu VIIIa - PIAP Nr.arch.5506
- 6.5.10.2. Dokumentacja konstrukcyjna miernika SMCK-10, SWMK-20,
Nr.Nr.4603, 4604.
- 6.5.11 Załączniki do podtematu IX /głowica/
- 6.5.11.1. Sprawozdanie z podtematu IX - PIAP Nr.arch.5507
- 6.5.12. Załączniki do podtematu X /wybierak do MI-10/
- 6.5.12.1. Sprawozdanie do podtematu X - PIAP Nr.arch.5508
- 6.5.12.2. Dokumentacja wybieraka SWMI-20. Nr.4602.

7. WYKAZ WYTWARZANEJ I ZAKUPIONEJ W RAMACH TEMATU PR-7 02.03.03

APARATURY		wartość
7.1. Czujniki strunowe typu SC0wb - 50 szt.	12	120.000 zł
7.2. Czujniki strunowe typu SC0wb -150 szt.	12	100.000 zł
7.3. Czujniki strunowe typu SC0wb -250 szt.	12	120.000 zł
7.4. Czujniki strunowe typu SCNg -	szt. 3	120.000 zł
7.5. Miernik strunowy typu SMCA-10	szt. 2	200.000 zł
7.6. Woltomierz G-1001-500	szt. 1	41.150 zł
7.7. Miernik RIC typ E 317	szt. 1	47.500 zł
7.8. Generator RIC typ G 430	szt.1	10.500 zł
		=====
		759.150 zł

Przeznaczenie

Czujnik strunowy jest przeznaczony do pomiaru odkształceń na powierzchni konstrukcji betonowych budowli wodnych, górniczych, morskich i innych np. tubingów.

Zasada pomiaru

Odkształcenie badanej konstrukcji poprzez specjalne uchwyty osadzone na końcach czujnika jest przekazywane na stalową strunę, co powoduje zmianę jej naprężenia, a tym samym zmianę częstotliwości drgań własnych.

Opis konstrukcji

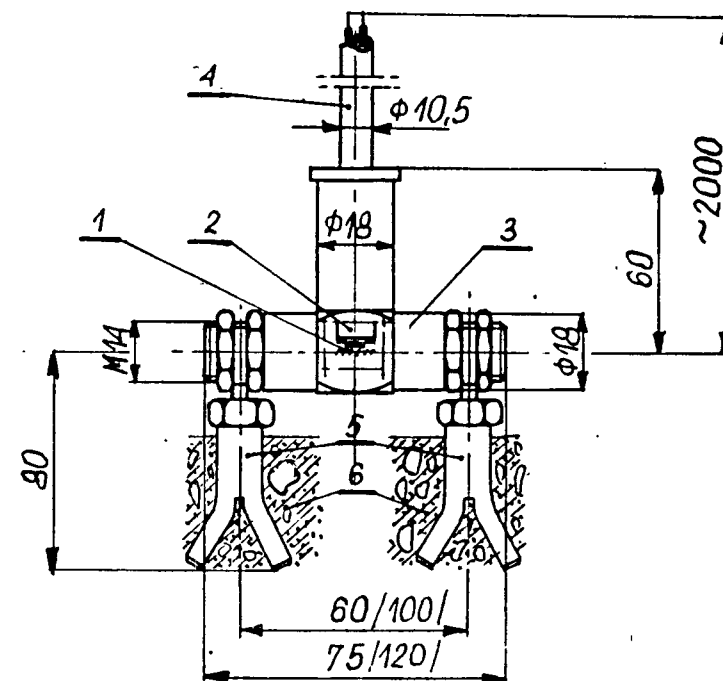
Czujnik jest skonstruowany w kształcie rurki o małej sztywności odpowiednio ponacinanej, z dwoma uchwytami (5) przymocowanymi do badanej konstrukcji. Wewnątrz rurki, w jej osi wzdłużnej, jest naciągnięta i zamocowana stalowa struna (1). Pośrodku długości struny jest osadzony elektromagnes (2) w obudowie, wzbudzający i odbierający drgania struny i generujący zmianę siły elektromotorycznej o częstotliwości mechanicznych drgań struny. Końce uzwojeń cewek są doprowadzone przez specjalne uszczelnienie do kabla (4).

Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników

Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10	0,002 zakresu pomiarowego
SMC-02 i SMCA-10	0,0005 zakresu pomiarowego
SMCL-10, SMCL-200	0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10	0,00036 zakresu pomiarowego

Schemat konstrukcyjny

1 – struna, 2 – elektromagnes, 3 – korpus, 4 – kabel, 5 – uchwyty, 6 – konstrukcja badana

Wymiary w nawiasach odnoszą się do czujnika SCOpb-60

Technika pomiaru

Odształcenie badanej konstrukcji betonowej za pomocą uchwytów przenosi się na czujnik, powodując zmianę naprężenia w strunie (1) czujnika, która jest mierzona za pomocą mierników SMCA-10, SMCL-10 i SMCL-200, oraz SMC-02. Przy instalacji czujników na obiekcie badanym należy chronić czujnik i kabel przed uszkodzeniem mechanicznym, a w czasie pomiaru, czujnik przed nagłymi powiewami powietrza o zmiennej temperaturze.

Wartość zmierzonego odkształcenia oblicza się wg wzorów:

$$\Delta = C_C \left(f_0^2 - f_K^2 \right) \text{ - dla mierników typu SMC-02 i SMCA-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_K^2} \right)$$

lub

$$\Delta = 100 \cdot C_C \left(X_0 - X_K \right) \text{ dla miernika typu SMC-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(Y_0 - Y_K \right) \text{ dla mierników cyfrowych typu SMCL-10, SMCL-200}$$

gdzie:

Δ - przyrost wielkości mierzonej.

C_C - stała czujnika przy współpracy z miernikiem cyfrowym

f [Hz] - częstotliwość drgań struny w określonym czujniku

$X \left[\frac{10^{-2}}{s^2} \right]$ - liczba odczytywana z tablic pomocniczych miernika SMC-10 dla danego odczytu (TK)

$Y \left[\frac{10^{-6}}{s^2} \right]$ - liczba odczytywana z miernika SMCL-10, SMCL-200

T [ms] - okres drgań struny odczytywany z miernika SMC-10

0 - wartość początkowa (przyjęta za zerową)

indeksy - K - wartość kolejnego odczytu.

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200

Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakres mierzonych odkształceń $\xi = \pm 0,75\%$

Dopuszczalna temperatura pracy (243K ÷ 343K), (-30°C ÷ 70°C)

Oporność na ciśnienie zewnętrzne 2MPa

Transport i przechowywanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej.

Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze 263K ÷ 323K (-10°C ÷ +50°C) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel: 66-66-33

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel: 23-82-16.

Przeznaczenie

Czujnik strunowy jest przeznaczony do pomiaru odkształceń na powierzchni betonu przy badaniu odkształceń naprężeń budowli wodnych, górniczych morskich i innych.

Zasada pomiaru

Odkształcenie badanej konstrukcji poprzez specjalne uchwyty związane z kołnierzami czujnika jest przekazywane na mieszek wmontowany w rurkę czujnika, wewnątrz której jest naciągnięta stalowa struna, co powoduje zmianę jej naprężenia, a tym samym zmianę częstotliwości.

Opis konstrukcji

Czujnik jest skonstruowany w kształcie cienkościennej rurki przedłużonej mieszkem (7) i dwoma uchwytami (5) zamocowanymi na końcu czujnika. Wewnątrz rurki, w jej osi wzdłużnej, jest naciągnięta i zamocowana stalowa struna (1). Pośrodku długości struny jest umocowany elektromagnes (2) w obudowie, wzbudzający i odbierający drgania struny i generujący zmienną siłę elektromotoryczną o częstotliwości równej częstotliwości mechanicznych drgań struny.

Końce uzwojeń cewek są doprowadzone poprzez specjalne uszczelnienia do kabla (4).

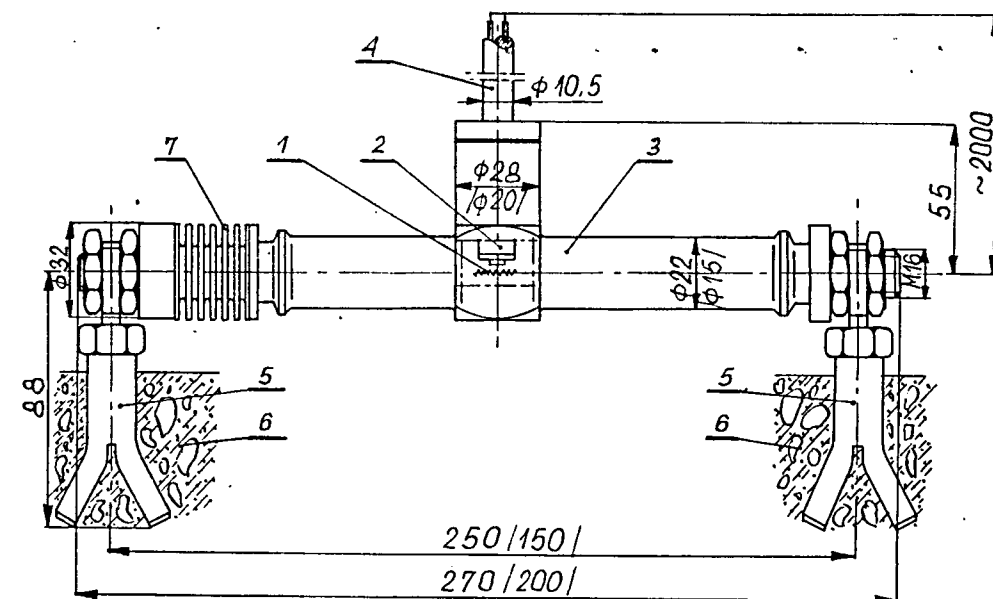
Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników

Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10 0,002 zakresu pomiarowego

SMC-02 i SMCA-10 0,0005 zakresu pomiarowego

Schemat konstrukcyjny

1 – struna, 2 – elektromagnes, 3 – korpus, 4 – kabel, 5 – uchwyty, 6 – konstrukcja badana, 7 – mieszek

Wymiary w nawiasach odnoszą się do czujnika SCOpb-250

SMCL-10, SMCL-200 0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10 0,00036 zakresu pomiarowego

Technika pomiaru

Odształcenie badanej konstrukcji betonowej za pomocą specjalnych uchwytów przenosi się z konstrukcji badanej na czujnik, powodując zmianę naprężenia w strunie czujnika, która jest mierzona za pomocą mierników SMC-02, SMCA-10, SMCL-10, SMCL-200. Przy instalacji czujników na obiekcie badanym należy chronić czujnik i kabel przed uszkodzeniem mechanicznym, a w czasie pomiaru przed gwałtownymi zmianami temperatury.

Wartość zmierzonego odształcenia oblicza się wg. wzorów:

$$\Delta = C_C (f_0^2 - f_K^2) \text{ dla mierników typu SMC-02 i SMCA-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_K^2} \right) \text{ dla miernika typu SMC-10}$$

lub

$$\Delta = 100 \cdot C_C (X_0 - X_K)$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C (Y_0 - Y_K) \text{ dla mierników cyfrowych typu SMCL-10, SMCL-200}$$

gdzie:

Δ - przyrost wielkości mierzonej.

C_C - stała czujnika przy współpracy z miernikiem cyfrowym

f [Hz] - częstotliwość drgań struny w określonym czujniku

$X \left[\frac{10^{-2}}{s} \right]$ liczba odczytywana z tablic pomocniczych miernika SMC-10 dla danego odczytu (TK)

$Y \left[\frac{10^{-6}}{s} \right]$ liczba odczytywana z mierników SMCL-10, SMCL-200

indeksy - 0 - wartość początkowa (przyjęta za zerową)
K - wartość kolejnego odczytu.

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200

Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakres mierzonych odształceń $\xi \pm 1\%$

Dopuszczalna temperatura pracy 243K ÷ 343K (-30°C ÷ +70°C)

Odporność na ciśnienie zewnętrzne 2 MPa

Transport i przechowywanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej.

Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze 263K ÷ 323K, (-10°C ÷ +50°C) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel.: 66-66-33.

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel.: 23-82-16.

102

Przeznaczenie

Czujnik strunowy jest przeznaczony do pomiaru odkształceń na powierzchni konstrukcji metalowych budowli wodnych, górniczych, morskich i innych np. tubingów.

Zasada pomiaru

Odkształcenie badanej konstrukcji poprzez specjalne uchwyty lub ostrza osadzone na końcach czujnika jest przekazywane na stalową strunę, co powoduje zmianę jej naprężenia a tym samym zmianę częstotliwości drgań własnych.

Opis konstrukcji

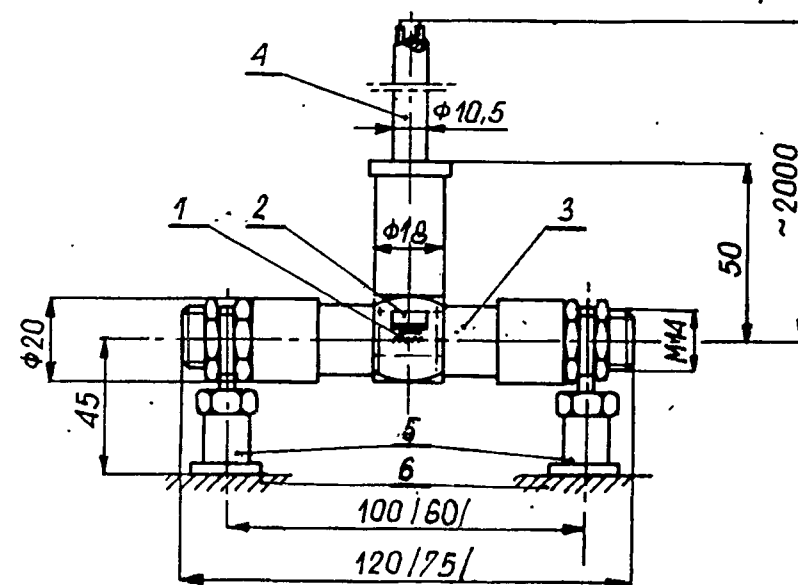
Czujnik jest skonstruowany w kształcie rurki o małej sztywności (3) odpowiednio ponacinanej z 2 uchwytami (5) za pomocą których przytwierdza się czujnik do badanej konstrukcji. Wewnątrz rurki, w jej osi wzdłużnej jest naciągnięta i zamocowana stalowa struna (1). Pośrodku długości struny jest osadzony elektromagnes (2) w obudowie, wzbudzający i odbierający drgania struny i generujący zmianę siły elektromotorycznej o częstotliwości równej częstotliwości mechanicznych drgań struny. Końce uzwojeń cewek są doprowadzone przez specjalne uszczelnienie do kabla (4).

Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników

Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10	0,002 zakresu pomiarowego
SMC-02 i SMCA-10	0,0005 zakresu pomiarowego
SMCL-10, SMCL-200	0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10	0,00036 zakresu pomiarowego

Schemat konstrukcyjny

1 – struna, 2 – elektromagnes, 3 – korpus, 4 – kabel, 5 – uchwyty, 6 – konstrukcja badana

Technika pomiaru

Odształcenie badanej konstrukcji metalowej za pomocą specjalnych uchwytów przenosi się z konstrukcji badanej na czujnik, powodując zmianę naprężenia w strunie czujnika, która jest mierzona za pomocą mierników SMC-02, SMCA-10, SMCL-10 i SMCL-200. Przy instalacji czujników na badanym obiekcie należy chronić czujnik i kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi a w czasie pomiaru czujnik przed nagłymi zmianami temperatury.

Wartość zmierzonego odształcenia obliczamy wg wzorów:

$$\Delta = C_C (f_0^2 - f_K^2) \text{ dla miernika typu SMC-02 i SMCA-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_K^2} \right)$$

lub dla miernika typu SMC-10

$$\Delta = 100 \cdot C_C (X_0 - X_K) \text{ dla mierników cyfrowych typu}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C (Y_0 - Y_K) \text{ SMCL-10, SMCL-200}$$

gdzie:

Δ = przyrost wielkości mierzonej

C_C - stała czujnika przy współpracy z miernikiem cyfr.

f [Hz] - częstotliwość drgań struny w określonym czujniku

$X \left[\frac{10^{-2}}{s} \right]$ liczba odczytywana z tablic pomocniczych miernika SMC-10 dla danego odczytu (TK)

$Y \left[\frac{10^{-6}}{s^2} \right]$ liczba odczytywana z miernika SMCL-10, SMCL-200

indeksy - 0 - wartość początkowa (przyjęta za zerową)
K - wartość kolejnego odczytu

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200

Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakres mierzonych odształceń $\xi = \pm 0,75\%$

Dopuszczalna temperatura pracy 243 K ÷ 343 K ($-30^\circ\text{C} \div +70^\circ\text{C}$)

Oporność na ciśnienie zewnętrzne 2 MPa

Transport i przechowanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej.

Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze 263 K ÷ 323 K ($-10^\circ\text{C} \div +50^\circ\text{C}$) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel.: 66-66-33.

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel.: 23-82-16.

Przeznaczenie

Czujnik strunowy jest przeznaczony do pomiaru odkształceń na powierzchni konstrukcji metalowych, budowli wodnych, górniczych, morskich i innych.

Zasada pomiaru

Odkształcenie badanej konstrukcji poprzez specjalne uchwyty jest przekazywane na mieszek wmontowany w rurkę czujnika, wewnątrz której jest naciągnięta struna, co powoduje zmianę jej naprężenia a tym samym zmianę częstotliwości drgań własnych.

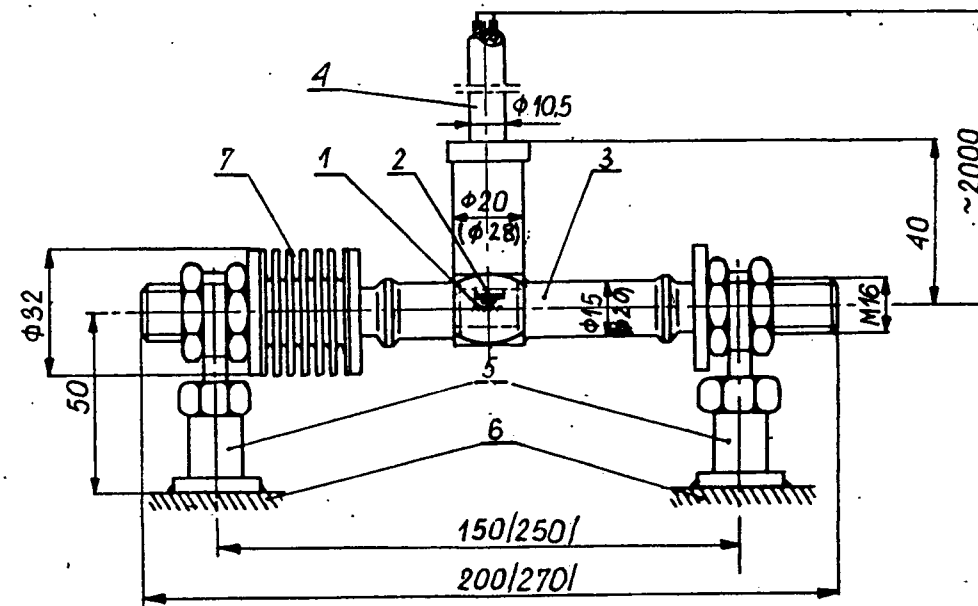
Opis konstrukcji

Czujnik jest skonstruowany w kształcie cienkościennej rurki przedłużonej mieszkiem (7) i dwoma uchwytami (5) zamocowanymi na końcach czujnika. Wewnątrz rurki, na jej osi wzdłużnej, jest naciągnięta i zamocowana stalowa struna (1). Pośrodku długości struny jest osadzony elektromagnes w obudowie, wzbudzający i odbierający drgania struny i generujący zmienną siłę elektromotoryczną o częstotliwości równej częstotliwości mechanicznych drgań struny. Końce uzwojeń cewek są doprowadzone poprzez specjalne uszczelnienie do kabla (4).

Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników
Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10	0,002 zakresu pomiarowego
SMC-02 i SMCA-10	0,0005 zakresu pomiarowego
SMCL-10, SMCL-200	0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10	0,00036 zakresu pomiarowego

Schemat konstrukcyjny

1 – struna, 2 – elektromagnes, 3 – korpus, 4 – kabel, 5 – uchwyty, 6 – konstrukcja badana, 7 – mieszek

Wymiary w nawiasach odnoszą się do czujnika SCOKm-250

Technika pomiaru

Przekształcenie badanej konstrukcji metalowej za pomocą specjalnych uchwytów przenosi się z badanej konstrukcji na czujnik, powodując zmianę naprężenia w strunie czujnika, która jest mierzona za pomocą mierników SMC-02, SMCA-10, SMCL-10, i SMCL-200. Przy instalacji czujników na badanym obiekcie należy chronić czujnik i kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi, a w czasie pomiaru czujnik przed nagłymi zmianami temperatury.

Wartość zmierzonego odkształcenia oblicza się wg wzorów:

$$\Delta = C_C \left(f_0^2 - f_K^2 \right) \text{ dla miernika typu SMC-02 i SMCA-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_K^2} \right)$$

lub dla miernika typu SMC-10

$$\Delta = 100 \cdot C_C \left(X_0 - X_K \right) \text{ dla mierników cyfrowych typu}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(Y_0 - Y_K \right) \text{ SMCL-10, SMCL-200}$$

gdzie:

Δ - przyrost wielkości mierzonej.

C_C - stała czujnika przy współpracy z miernikiem cyfr.

f [Hz] - częstotliwość drgań struny w określonym czujniku

$X \left[\frac{10^{-2}}{s^2} \right]$ - liczba odczytywana z tablic pomocniczych miernika SMC-10 dla danego odczytu (TK)

$Y \left[\frac{10^{-6}}{s^2} \right]$ - liczba odczytywana z miernika SMCL-10, SMCL-200

indeksy - 0 - wartość początkowa (przyjęta za zerową)
K - wartość kolejnego odczytu.

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200

Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakres mierzonych odkształceń $\xi = \pm 1\%$ w zależności od bazy pomiarowej czujnika.

Dopuszczalna temperatura pracy 243 K ÷ 343 K, (-30°C ÷ +70°C)

Odporność na ciśnienie zewnętrzne 2 MPa

Transport i przechowanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej.

Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze 263 K ÷ 323 K, (-10°C ÷ +50°C) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel. 66-66-33.

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel.: 23-82-16.



Krajowy System Automatyki
i Pomiarów **POLMATIK**

METROKIN-urządzenia do pomiaru
parametrów ruchu

Zakład Aparatury Naukowej
Uniwersytetu Jagiellońskiego
ZAN-UJ
ul. Rydlówka 24
30-401 Kraków

INDUKCYJNE CZUJNIKI PRZESUNIĘĆ LINIOWYCH TYPU ICD-4, ICD-10, ICD-20 Z MIERNIKIEM INDUKCYJNYM TYPU MI-10

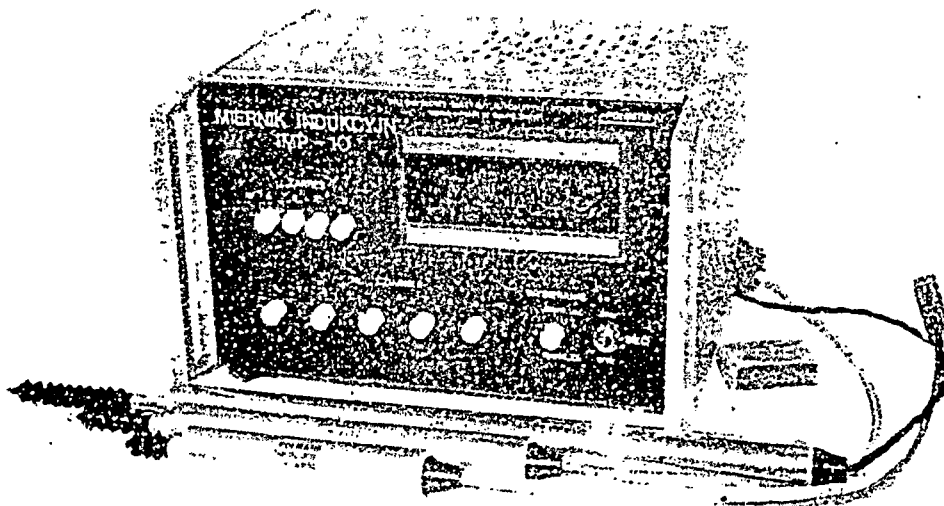
Zastosowanie

INDUKCYJNE CZUJNIKI PRZESUNIĘC LINIOWYCH TYPU ICD wraz z MIERNIKIEM INDUKCYJNYM TYPU MI-10 są przeznaczone do zdalnego (do 300 ÷ 400 m) pomiaru przemieszczeń i przesunięć liniowych. Wykonywane są w trzech następujących zakresach pomiarowych:

- TYP ICD-4 - ± 4 mm
- TYP ICD-10 - ± 10 mm
- TYP ICD-20 - ± 20 mm

Zasada działania

Oparta jest na znanej zasadzie transformatora różnicowego, przetwarzającego przesunięcia liniowe na sygnał napięciowy.



Indukcyjne czujniki przesunięć liniowych typu ICD-4, ICD-10, ICD-20 z miernikiem indukcyjnym typu MI-10

KARTA KATALOGOWA Nr. 5

417

Dane techniczne czujników

Lp.	Typ czujnika		
	ICD-4	ICD-10	ICD-20
1. Liniowy zakres pomiarowy (mm)	± 4	± 10	± 20
2. Liniowość		Lepsza niż 1% zakresu pomiarowego	
3. Dokładność pomiaru		Lepsza niż 1% zakresu pomiarowego	
4. Rozdzielczość pomiaru		0,001 zakresu pomiarowego	
	± 1 mikron	± 10 mikronów	± 10 mikronów
5. Maksymalna odległość zdalnego pomiaru		do 300 – 400 mb	
6. Zasada pomiaru		Transformator różnicowy	
7. Zakres temperatury pracy		– 10°C do + 50°C	
8. Odporność na ciśnienie zewnętrzne		5 atn (50 MPa)	
9. Wymiary gabarytowe (mm)	Φ	20	20
	l	195	285

Aparatura współpracująca

Czujniki współpracują z Miernikiem Indukcyjnym MI –10, który zasila uzwojenia pierwotne czujników napięciem sinusoidalnie zmiennym oraz umożliwia odczyt przesunięcia w milimetrach, mierząc sygnały wyjściowe czujników.

Dane techniczne miernika

1. Ilość wejść czujników – 10 (o jednym z trzech zakresów pomiarowych)
2. Zasilanie sieciowe 220 V 50 Hz
3. Wybór czujników do pomiaru – ręczny
4. Odczyt – bezpośredni – cyfrowy
5. Rozdzielczość ± 1 mikron
6. Zakres temperatury pracy miernika + 5°C do + 40°C

Sposób zamawiania

Zamawiać należy bezpośrednio u producenta w ZAN–UJ Kraków.

Zastrzega się możliwość zmian konstrukcyjnych wyrobów w związku ze stałymi pracami nad ich unowocześnieniem.

Przeznaczenie

Inklinometr jest przeznaczony do pomiaru przesunięć i odkształceń w gruntach, przemieszczania pochyłości i przegięć ścian, budowli, wykopów itp.

Zasada pomiaru

Inklinometr jest opuszczany w prowadnicy przechodzącej przez równe warstwy gruntu lub wzdłuż badanej ściany. Na kolejnych znanych głębokościach odczytuje się częstotliwości drgań własnych strun, co pozwala na określenie aktualnych azymutów i odchyłości prowadnicy.

Opis konstrukcji

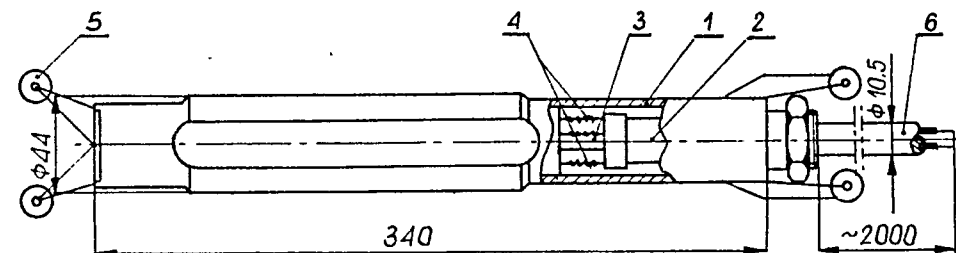
Wewnątrz obudowy (1) znajduje się obciążnik pomiarowy (2) zawieszony na elemencie sprężystym (3), który swoim górnym końcem jest sztywno związany z obudową. Odchylenie inklinometru od pionu wywołuje ugięcie elementu sprężystego i zmianę naprężeń strun (4), co powoduje zmiany częstotliwości, na podstawie których określa się wielkość i kierunek (azymut) odchylenia inklinometru. Ponieważ inklinometr jest związany poprzez kółka (5) z prowadnicą, więc jest to równoważne z określeniem odchylenia prowadnicy.

Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

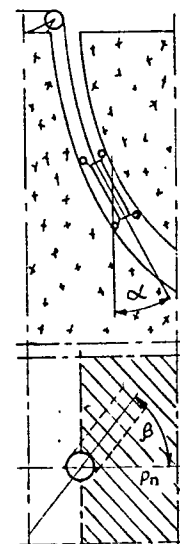
Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników

Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10	0,002 zakresu pomiarowego
SMC-02 i SMCA-10	0,0005 zakresu pomiarowego
SMCL-10, SMCL-200	0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10	0,00036 zakresu pomiarowego

Schemat konstrukcyjny

1 – obudowa, 2 – obciążnik pomiarowy, 3 – element sprężysty, 4 – struna, 5 – kółko, 6 – kabel

Schemat funkcjonalny

Technika pomiaru

Inklinometr pozwala na określenie kątów α i β wyznaczających przebieg stycznicy do prowadnicy na danej głębokości (określonej na podstawie długości zagłębionej części kabla inklinometru).

α - kąt odchylenia czujnika od pionu; jeżeli $\alpha \geq 0$, to odchylenie zachodzi w w/w kierunku (zakreskowana półpłaszczyzna na rys. pkt.6); jeżeli $\alpha < 0$, to odchylenie zachodzi w przeciwną stronę

β - kąt określający położenie płaszczyzny pionowej, w której zachodzi odchylenie czujnika względem ustalonego kierunku (np. Pn) $\beta \in < -90^\circ; 90^\circ >$

Tg β i $\sin \alpha$ na danej głębokości wyznacza się ze wzorów na podstawie zmierzonych częstotliwości (okresu) drgań minimum dwóch (z trzech) strun inklinometru i stałych inklinometru (stałe strun i ich częstotliwości początkowe są wyznaczone przy pionowym ustawieniu inklinometru).

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200
Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakresy pomiarowe odchylenia (α)

$\pm 5^\circ$; $\pm 15^\circ$; $\pm 30^\circ$

Zakres temperatury pracy 243 K ÷ 343 K, (-30°C ÷ $+70^\circ\text{C}$)

Odporność na ciśnienie zewnętrzne 2 MPa (20 kg/cm^2)

Transport i przechowywanie

Czujnik powinien być transportowany i przechowywany w pozycji pionowej. Należy chronić go przed wstrząsami. Czujnik wyposażony w urządzenia aretujące na czas transportu powinien być zaaretowany.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel.: 66-66-33.

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel.: 23-82-16.

Przeznaczenie

Czujnik SCDS jest przeznaczony do pomiaru zmian odległości między punktem a płaszczyzną (wersja I) oraz między dwoma punktami (wersja II). Może być stosowany do pomiaru szczelin dylatacyjnych zapór i innych budowli.

Zasada pomiaru

Przemieszczenie przesunięcie trzpienia (5) poprzez sprężynę (4) jest przenoszone na element sprężysty (3) ze struną (9), powodując zmianę częstotliwości jej drgań poprzecznych.

Opis konstrukcji

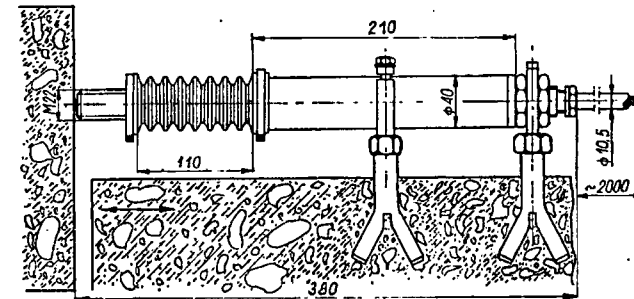
Zasadniczymi elementami pomiarowymi w czujnikach jest sprężyna (4) i element sprężysty (3), w którym jest zamocowana struna (9), przetwornik elektromagnetyczny (2) i kabel (6). Do elementu sprężystego (3), jest zamocowana struna (9), przetwornik elektromagnetyczny (2) i kabel (6). Do elementu sprężystego (3), jest zamocowana sprężyna pomiarowa (4), związana swoim drugim końcem z trzpieniem (5) prowadzonym suwliwie (bez możliwości obrotu) w tulei (8). Mierzone przemieszczenie jest przekazywane z końcówki dotykowej (10) poprzez trzpień (5), sprężynę (4) i element sprężysty (3) na strunę (9), zmieniając jej napięcie i częstotliwość drgań. Wsuniecie końcówki (10) wraz z trzpieniem (5) na długość odpowiadającą zakresowi pomiarowemu wymaga przyłożenia siły około 60 N.

Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 1% zakresu pomiar. czujników

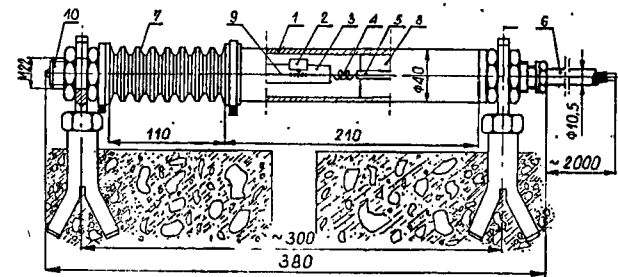
Schemat konstrukcyjno-funkcyjny

Wersja I



1 — obudowa, 2 — przetwornik elektromagnetyczny, 3 — element sprężysty, 4 — sprężyna pomiarowa, 5 — trzpień, 6 — kabel, 7 — osłona gumowa, 8 — tuleje prowadzące, 9 — struna, 10 — końcówka dotykowa

Wersja II



Zdolność rozdzielcza z miernikiem:

SAM-10	0,002 zakresu pomiarowego
SMC-02 i SMCA-10	0,0005 zakresu pomiarowego
SMCL-10, SMCL-200	0,0008 zakresu pomiarowego
SMC-10	0,00036 zakresu pomiarowego

Technika pomiaru

Częstotliwość sygnału wyjściowego jest równa częstotliwości poprzecznych drgań struny będącej nieliniową funkcją mierzonego przemieszczenia. Wartość mierzonego przemieszczenia oblicza się wg wzorów:

$$\Delta = C_C (f_0^2 - f_K^2) \text{ dla miernika typu SMC-02 i SMCA-10}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C \left(\frac{1}{T_0^2} - \frac{1}{T_K^2} \right) \text{ dla miernika typu SMC-10}$$

$$\Delta = 100 \cdot C_C (X_0 - X_K) \text{ dla mierników cyfrowych typu SMCL-10, SMCL-200}$$

$$\Delta = 10^6 \cdot C_C (Y_0 - Y_K)$$

gdzie:

Δ - przyrost wielkości mierzonej.

C_C - stała czujnika przy współpracy z miernikiem cyfr.

$f[\text{Hz}]$ - częstotliwość drgań struny w określonym czujniku

$$X \left[\frac{10^{-2}}{s} \right] - \text{liczba odczytywana z tablic pomocniczych miernika SMC-10 dla danego odczytu (TK)}$$

$$Y \left[\frac{10^{-6}}{s^2} \right] - \text{liczba odczytywana z miernika SMCL-10, SMCL-200}$$

indeksy - 0 - wartość początkowa (przyjęta za zerową)
K - wartość kolejnego odczytu

Aparatura współpracująca

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-02

Strunowy miernik cyfrowy typu SMC-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-10

Strunowy miernik cyfrowy zlinearyzowany typu SMCL-200

Strunowy miernik cyfrowo-analogowy SMCA-10

Uzupełniające dane techniczne

Zakres mierzonych przemieszczeń 10, 30, 50 mm

Dopuszczalna temperatura pracy 243 K ÷ 343 K
(-30°C ÷ +70°C)

Odporność na ciśnienie zewnętrzne 2 MPa (20 kg/cm²)

Transport i przechowanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej,
Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze 263 K ÷ 323 K, (-10°C ÷ +50°C) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel.: 66-66-33.

Informacji technicznych udziela

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, tel.: 23-82-16.

Przeznaczenie

Miernik jest przeznaczony do pomiaru kwadratu odwrotności okresu drgań strun w czujnikach strunowych. Umożliwia jednoczesny, ręczny, automatyczny pomiar w 10 czujnikach.

Zasada pomiaru

Oparta jest na pomiarze czasu trwania 100 okresów drgań struny. Wynik pomiaru jest przeliczany w układzie, który wykonuje operację $1/T^2$.

Opis konstrukcji

Miernik składa się z 6 podstawowych bloków układów:

- układu wybierającego jeden z 10 dołączonych do wejść miernika czujników, układu pobudzania oraz wzmacniacza wstępnego(1),
- układu formowania sygnału bramki, generatora wzorcowego(2),
- układu liczników i układów współpracy z kalkulatorem(3),
- układu kalkulatorowego(4),
- zespołu wyświetlaczy cyfrowych(5),
- układu przetwarzania kodu i współpracy z perforatorem(6).

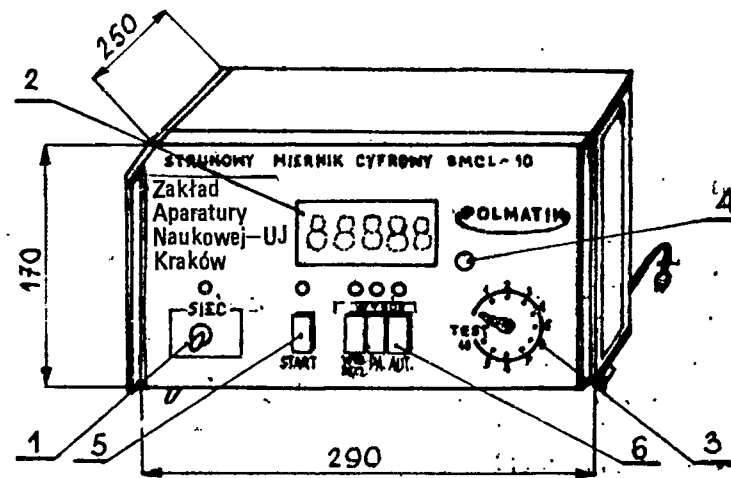
Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru: 0,08% zakresu pomiar. czujników

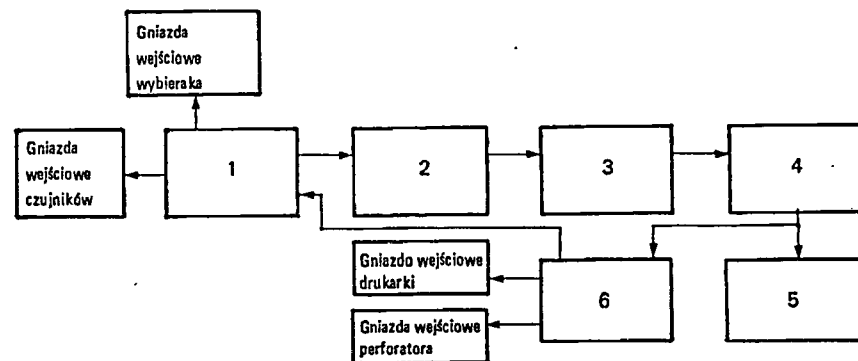
Zdolność rozdzielcza: 0,0008 zakresu pomiar. czujników

Technika pomiaru

Włączyć urządzenie do sieci. Podłączyć czujniki do zacisków wejściowych znajdujących się na tylnej ścianie obudowy miernika. Operując przełącznikami według instrukcji dokonać pomiaru kolejnych czujników. Wybór czujników może odbywać się w sposób ręczny lub automatyczny.

Schemat konstrukcyjny

- 1 - Wyłącznik sieci, 2 - zespół wyświetlaczy cyfrowych, 3 - przełącznik kanałów, 4 - pokrętło regulacji czasu odczytu, 5 - przycisk START, 6 - przyciski wyboru programu

Schemat funkcjonalny

Wyliczenie wartości mierzonej wielkości wg wzoru:

$$\Delta = C \cdot (A_K - A_0)$$

gdzie:

- Δ - przyrost mierzonej wielkości
- C - stała pomiarowa czujnika
- A_0 - początkowa wartość wskazania
- A_K - kolejna wartość wskazania

Aparatura współpracująca

Zespół czujników strunowych typu SC

Perforator DT 105 S

Drukarka cyfrowa ERD-102

Uzupełniające dane techniczne

Zakres pomiarowy $0.4900 \div 1.2100 \text{ 1/ms}^2$ (700 ÷ 1100) Hz

Zakres wskazań $0 \div 9,9999$

Zakres temperatury pracy $273 \text{ K} \div 313 \text{ K}$ ($0 \div 40^\circ\text{C}$)

Ciężar 42N, (4,2 kG)

Transport i przechowywanie

Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej

Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze od $273 \text{ K} \div 313 \text{ K}$ ($0^\circ\text{C} \div +40^\circ\text{C}$) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego

ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel. 66-66-33

Informacji technicznych udziela:

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP

Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel. 23-84-16

Przeznaczenie

Miernik jest przeznaczony do pomiaru kwadratu odwrotności okresu drgań strun w czujnikach strunowych. Umożliwia automatyczny i jednoczesny pomiar od 1 do 200 czujników.

Zasada pomiaru

Oparta jest na pomiarze czasu trwania 100 okresów drgań struny. Wynik pomiaru jest przeliczany w układzie, który wykonuje operację $1/T^2$.

Opis konstrukcji

Urządzenie składa się z 4 podstawowych bloków:

- miernika SMC-10,
- strunowego wybieraka miejsc pomiarowych składającego się z: układu załączania skrzynek rozdzielczych, układu ograniczania pojemności,
- zespołu 20, 10-wejściowych skrzynek rozdzielczych

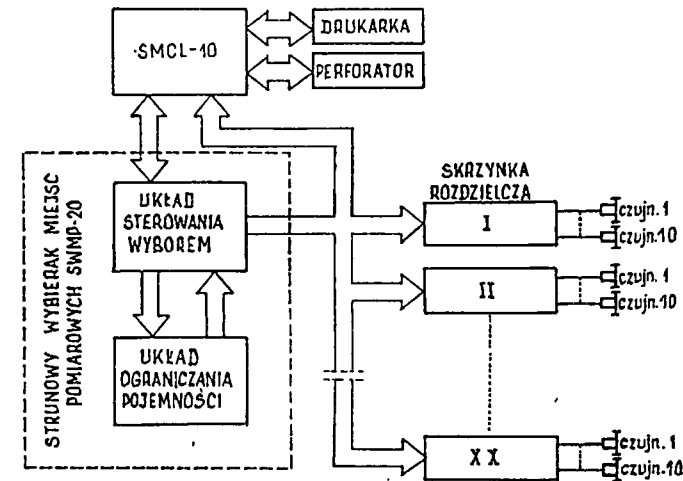
Niedokładność i zdolność rozdzielcza pomiaru

Niedokładność pomiaru 0,08% zakresu pomiar. czujników

Zdolność rozdzielcza 0,0008 zakresu pomiar. czujników

Technika pomiaru

Miernik SMCL-10 połączyć z wybierakiem miejsc pomiarowych SWMP-20, zgodnie z instrukcją obsługi. Skrzynki rozdzielcze połączyć między sobą i z wybierakiem miejsc pomiarowych według instrukcji. Do poszczególnych skrzynek rozdzielczych dołączyć czujniki. Włączyć urządzenia do sieci. Operując przełącznikami miernika SMCL-10 i wybieraka miejsc pomiarowych dokonać pomiaru. Wybór może odbywać się ręcznie, półautomatycznie lub automatycznie z możliwością pomijania wybranych skrzynek rozdzielczych. Liczba do-

Schemat funkcjonalny

łączonych do urządzenia skrzynek rozdzielczych może wynieść w zależności od potrzeb zamawiającego od 1 do 20.

Sposób wyliczenia mierzonej wielkości wg wzoru:

$$\Delta = C \cdot (A_K - A_0)$$

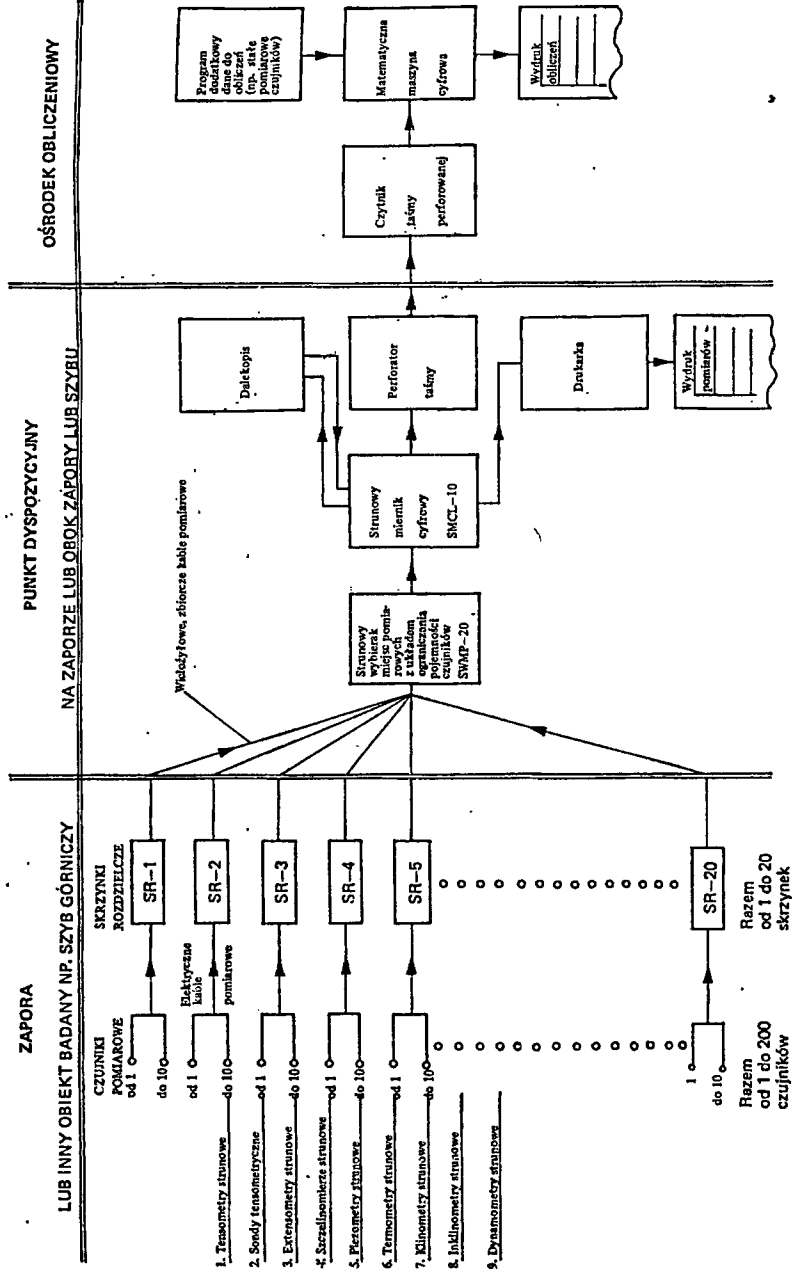
gdzie:

Δ - przyrost mierzonej wielkości

C - stała pomiarowa czujnika

A_0 - początkowa wartość wskazania

A_K - kolejna wartość wskazania



Automatyczny system technicznej kontroli zapór wodnych AS-TKZ-PAS (SMCL-200)

Aparatura współpracująca

Strunowy wybierak miejsc pomiarowych SWMP-20 z miernikiem SMCL-10.

Zespół czujników strunowych - od 1 do 200 szt.

Perforator DT 105 S.

Drukarka cyfrowa ERD-102 lub ERD-103.

Zestaw skrzynek 10-wejściowych, umieszczonych w pobliżu czujników strunowych, pozwalających podłączyć do każdej 10 czujników. Skrzynki połączone są między sobą i wybierakiem kablem wielożyłowym.

Uzupełniające dane techniczne

Zakres pomiarowy $0.4900 \div 1.2100 \text{ l/ms}^2$
(700 ÷ 1100Hz)

Zakres wskazań $0 \div 9,9999$

Zakres temperatury pracy $273\text{K} \div 313\text{K}$, ($0 \div +40^\circ\text{C}$)

Transport i przechowywanie

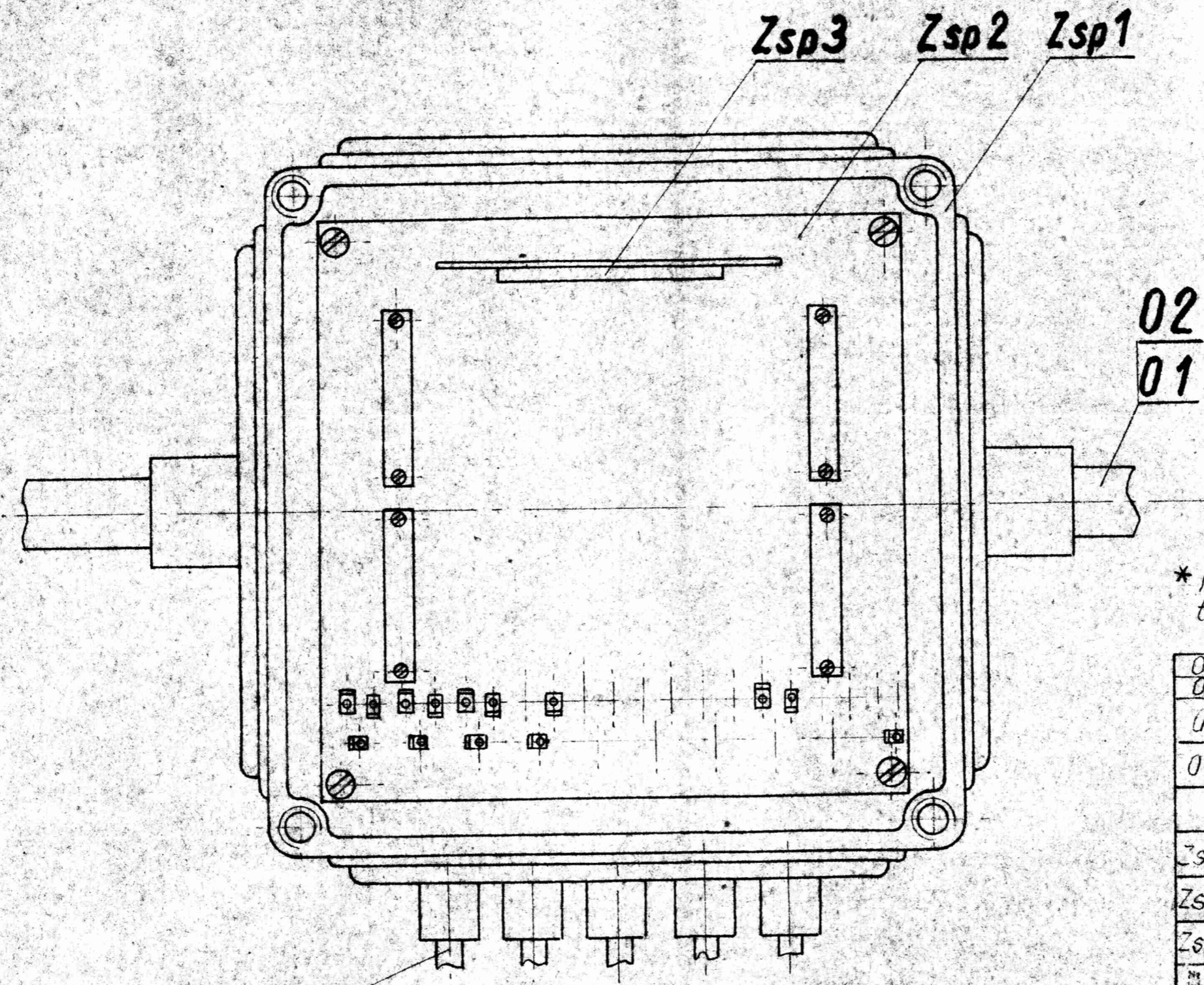
Transport - w specjalnym opakowaniu z masy piankowej
Przechowywanie - w odpowiednich pomieszczeniach o temperaturze od $273\text{K} \div 323\text{K}$ ($0^\circ\text{C} \div +50^\circ\text{C}$) i stałej wilgotności nie przewyższającej 80%.

Producent

Zakład Aparatury Naukowej Uniwersytetu Jagiellońskiego
ul. Rydlówka 24, 30-401 Kraków, tel. 66-66-33.

Informacji technicznych udziela:

Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów MERA-PIAP
Al. Jerozolimskie 202, 02-222 Warszawa, tel. 23-82-16.

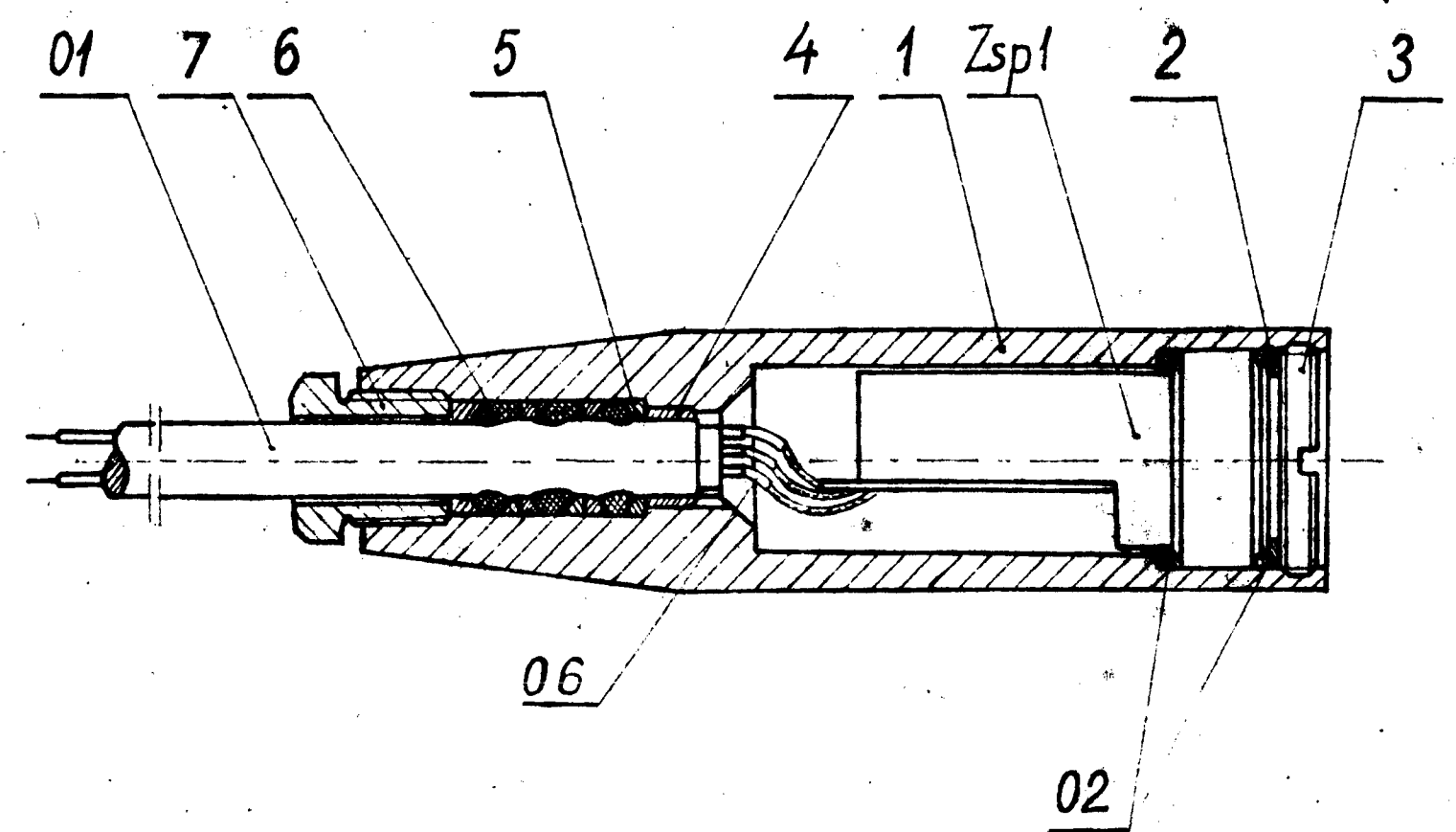


* mogą być stosowane również kable typu YTKGX Foy - 10x4x0,6 lub ALTKDX Ex - 14x4x0,9

04	30	Nasadka F2,5Sn	- BN-71/3587-02
03	10	Kabel pomiar. czujn.	- YLY2x0,15
02	4	Wtyk ELTRA 871037	- katalog ELTRA
01	2	Kabel sygnalizacyjny łączący skrzynki	- F-ka Kabli * Ozarów YTKGX Foy 10x4x0,6
Zsp3	1	Płytko drukowana zespołu przekaźników	3
Zsp2	1	Płytko drukowana wybierakowo-połączeni	2
Zsp1	1	Skrzynka Z-2 kompl.	- prod. ELEKTROMONT Katowice
Nr części lub ser.	Ilość	Nazwa	Nr ark. Uwagi

03
04

				Nazwa Skrzynka rozdzielczo-pomiarowa typu SR		Podziałka 1:2	
						Ciężar	
						Nr ark. 1	
						Nr rys. zest.	
						Nr części	
				Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów Warszawa		Nr rysunku 4506	
				Zakład OAC		Zsp	
Lp. zmiany	Lp. zmian	Treść zmiany	Podpis	Data	Material	Zastępuje rys. Nr.	Nr ark.
		Na		01.84			
		Na		01.84		Zastąpiono przez rys. Nr.	Nr rys. zest.
		Zd		03.84		Nr rysunku	Nr części
		M		05.84		4506	Zsp
		GI		03.84			
				03.84			



06	3	Koszulka igiel. $\phi 2; L \approx 15$	
02	2	Pierscien uszcz. 25,3x2,4	PN-601M 66961
01	1	Kabel YTTY 2x0,75	Bydgoska Fabryka Kabli
7	1	Nakretka dTaw.	- dok. 1636 cz. 7 ark. 16
6	3	Podkładka gum.	- dok. 4498 cz. 9 ark. 9
5	6	Podkładka rozpręż.	- dok. 4498 cz. 8 ark. 9
4	1	Nakretka	- dok. 4498 cz. 7 ark. 16
3	1	Nakretka spec.	- dok. 4498 cz. 4 ark. 7
2	1	Podkładka	- dok. 4498 cz. 5 ark. 7
1	1	Tuleja zewnętrzna	4
Zsp1	1	Zespół pomiarowy	2

Nazwa		strunowy czujnik ciśnienia typu SCC-0,5		Podział 1:1	
Cz. ark.				Cz. ark.	
Materiał				Zastąpił	
Projektował		Br		rys. Nr	
Konstruował		Br		Zastąpiono	
Kreślił		W. J.		przez rys. Nr	
Sprawdził		G.		Nr rysunku	
Kier. Prac.		G.		4554	
Kier. Zakładu		Wn		Zakład ORC	
		VI.85		Zakład ORC	
		VI.85		4554	
		VI.85		Zsp. K	