

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

Zakład Pomiaru Parametrów Przepływu

071

A

Główny wykonawca

mgr inż. Jan Goska

Wykonawcy

mgr inż. Józef Chróstny
mgr inż. Marek Maciąg

Konsultant

dr. inż. Sylwii Osipow

Nr zlecenia

1130

CPBR kier. 7.2. Cel 78
podpunkt B
"Typoszerę przepływomierzy
turbiniowych"

Przepływomierze turbinowe - typosze-
reg punkt kontr. 1

Opracowanie systemu pomiarowego
i wstępnych wymagań dla typoszerę
czujników turbinowych i mierników
elektronicznych ZTE

Zleceniodawca

Zrzeszenie "MERA"

Pracę rozpoczęto dnia

1988.05.03

Kier. Pracowni

mgr inż. Marek
Maciąg

Dyr. D/S Pomiarów

dr. inż. J. Nirięcki

zakończono dnia

1988.06.30

Kier. Zakładu

mgr inż. Stanisław
Kołodziejcki

Praca zawiera:

stron 53

rysunków 11

fotografii

tabel 2

tablic

załączników 20

Rozdzielnik - ilość egz:

Egz. 1

Egz. 2

Egz. 3

Egz. 4

Egz. 5

Egz. 6

Nr rejestr. 6097

A

Analiza deskrytorowa Przepływomierze turbinowe.

Opracowanie koncepcji systemu pomiarowego wstępne wymagania ZTE

Analiza dokumentacyjna Praca zawiera: wstęp, przegląd stanu techniki, wnioski, koncepcję systemu pomiarowego czujników, mierników.

Wstępne wymagania, dobór parametrów, określenie opłacalności produkcji, okres zwrotu nakładów, program rozwoju.

Załączniki ilustrujące stan techniki.

Tytuły poprzednich sprawozdań

Nie ma

UKD 681:12.001.6/7 PRZEPŁYWOMIERZE - ROLWJ

PIAP-252/82-6000

SPIS TREŚCI

	Strona
1. Wstęp	1
1.1. Cel i podstawa pracy	1
1.2. Zakres opracowania	1
1.3. Rola i zastosowanie przepływomierzy turbinowych w światowej technice pomiarowej	4
2. Przegląd stanu techniki światowej	6
2.1. Uwagi wstępne	6
2.2. Budowa przepływomierzy turbinowych w technice światowej	7
2.2.1. Budowa i działanie czujników	7
2.2.2. Łożyskowanie wirników	8
2.2.3. Inne szczegóły konstrukcyjne w czujnikach turbinowych	9
2.3. Odciażanie wirników	11
2.4. Konstrukcje i wpływ lepkości	11
2.5. Stosowane materiały	
2.6. Mierniki i przetworniki elektroniczne	13
2.7. Stan techniki w kraju	14
2.8. Wnioski z przeglądu stanu techniki	15
3. Wstępna koncepcja typoszeregu przepływomierzy turbinowych. Uzasadnienie	16
3.1. Wybór metody wytwarzania impulsów	16
3.2. Układ systemu pomiarowego przepływomierzy turbinowych	16
3.3. Budowa i działanie czujnika turbinowego	17
3.4. Dobór podstawowych parametrów czujników	18
3.5. Wstępna koncepcja rozwiązań czujników i ich poszczególnych węzłów konstrukcyjnych	20
3.5.1. Wirnik	20
3.5.2. Kierownice	21
3.5.3. Korpusy	22
3.5.4. Łożyskowanie wirnika	22
3.5.5. Czujnik impulsów - cewka	24
3.5.6. Wzmacniacz wstępny	24

3.6.	Łączniki czujników - prostki - odcinki pomiarowe	25
3.7.	Filtry i odgaźniki	25
3.8.	Materiały na czujniki	26
3.9.	Miernik przepływomierza turbinowego	27
3.9.1	Budowa i działanie miernika /układ podstawowy/	27
3.9.2.	Zasilanie mierników /przyrządów wtórnych/	29
3.9.3.	Obudowa wirników	29
3.9.4.	Zakres częstotliwości pracy mierników elektronicznych	29
4.	Wstępne wymagania	30
4.1.	Podstawowe dokumenty do opracowania wymagań	30
4.2.	Pojęcia podstawowe - określenia błędów	30
4.2.1.	Współczynnik przetwarzania czujnika turbinowego "K"	30
4.2.2.	Stała przetwarzania czujnika turbinowego	31
4.2.3.	Błąd podstawowy względny współczynnika przetwarzania "K"	31
4.2.4.	Stała miernika elektronicznego	33
4.2.5.	Błąd podstawowy względny sygnału analogowego	33
4.2.6.	Zakresowość przepływomierza	33
4.3.	Wymagania metrologiczne	33
4.3.1.	Wymagania Błędy podstawowe względne współczynnika przetwarzania czujnika turbinowego	33
4.3.2.	Błąd podstawowy względny sygnału analogowego	34
4.3.3.	Błąd dodatkowy temperaturowy sygnału analogowego	34
4.3.4.	Błąd bezwzględny miernika do pomiaru objętości	34
4.3.5.	Błąd podstawowy względny, kompletnego miernika -przepływomierza do pomiaru objętości w zakresie strumienia objętości	34
4.3.6.	Standardowy błąd podstawowy względny do pomiaru strumienia objętości kompletnego przepływomierza	35
4.3.7.	Błąd dodatkowy temperaturowy do pomiaru strumienia objętości	35
4.4.	Podstawowe parametry typoszeregu przepływomierzy turbinowych	36
4.4.1.	Średnice nominalne czujników	36
4.4.2.	Zakresy pomiarowe strumieni objętości	36
4.4.3.	Zakresowość	36
4.4.4.	Zakres lepkości cieczy mierzonej	37
4.4.5.	Zakres temperatur cieczy mierzonej	37
4.4.6.	Zakres ciśnień cieczy mierzonych	37
4.5.	Inne wybrane wymagania	38
4.5.1.	Wymiary nominalne	38
4.5.2.	Materiały. Wg dokumentacji i normy przedmiotowej	38
4.5.3.	Szczelność i wytrzymałość na nadciśnienie	38

4.5.4. Strata cieni	str. 39
4.5.5. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi	str. 39
4.5.6. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia	str. 40
4.5.7. Wymagania dotyczące wykonania iskrobezp.	str. 41
4.5.8. Odporność na działanie temp. otoczenia	str. 41
4.6. Pozostałe wymagania	str. 41
5. Perspektywiczny program rozwoju przepływomierzy turbinowych	str. 42

Cz. II Założenia Techniczno - Ekonomiczne

1. Przedmiot opracowania	str. 43
2. Analiza potrzeb rynkowych	str. 43
3. Ocena możliwości eksportu	str. 44
4. Wykonawca	str. 45
5. Potrzeby materiałowe z importu	str. 45
6. Wstępna analiza ekonomiczna	str. 46
6.1. Nakłady na B + R	str. 46
6.2. Nakłady na prace W	str. 46
6.3. Analiza opłacalności produkcji - okres zwrotu nakładów	str. 47
6.3.1. Oszacowanie kosztu własnego wyrobu	str. 48
7. Wstępne rozeznanie patentowe	str. 50
8. Harmonogram realizacji	str. 51
9. Wnioski i uwagi końcowe	str. 55
10. Cz. III Załączniki	

1. W-S T E-P

1.1. Cel i podstawa pracy

Celem pracy jest przygotowanie opracowania i wdrożenie do produkcji systemu pomiarowego nowoczesnych przepływomierzy turbinowych składającego się z:

- typoszeregu czujników turbinowych od średnicy 6 mm do 150 mm,
- systemu /typoszeregu/ przyrządów elektronicznych wtórnych jak wzmacniacze, przetworniki, mierniki wskazujące.

Podstawą pracy jest umowa między PIAP jako wykonawcą a Zrzeszeniem MERA jako koordynatorem prac w ramach CPBR kierunek 7.2.

Praca realizowana jest w PIAP w ramach zlecenia wewnętrznego 1130.

1.2. Zakres opracowania

W opracowaniu dokonano analizy stanu techniki światowej w oparciu o materiały informacyjne czołowych firm światowych. Omówiono rolę i perspektywy rozwoju przepływomierzy turbinowych w technice pomiarów przepływu.

Oceniono sytuację w tej dziedzinie w kraju.

Przedstawiono koncepcję nowoczesnego systemu pomiarowego przepływomierzy turbinowych dla opracowania i uruchomienia ich produkcji w kraju.

Przedstawiono program prac rozwojowych nad systemem.

Opracowano w części II - Założenia Techniczno-Ekonomiczne dla rozwiązania problemu w kraju.

Do opracowania załączono materiały informacyjne ilustrujące nowoczesne konstrukcje zagraniczne i tendencje rozwojowe.

Przedstawiony w opracowaniu materiał stanowi podstawę decyzji zarówno jeśli chodzi o kierunki prac własnych jak i ich celowości.

W opracowaniu uzasadniono celowość i opłacalność realizacji tematu.

1.3. Rola i zastosowanie przepływomierzy turbinowych w światowej technice pomiarowej

Przepływomierze turbinowe należą do grupy najważniejszych przyrządów pomiarowych przepływu cieczy w zastosowaniach przemysłowych i w technice laboratoryjnej.

Stosowane są szeroko do rozliczeń finansowych takich produktów jak oleje, paliwa, alkohole i inne /drogie/ ciekłe produkty chemiczne. Olbrzymie możliwości zastosowań tych przepływomierzy ilustruje załączona tabela firmy Flow Technology z USA. (Zał. Nr2). Pokazuje ona, że przepływomierze te stosowane są przez tę firmę w tak szerokim zakresie cieczy o tak różnych parametrach na jednym krańcu np. benzyny na drugim typu melasy o bardzo wysokiej lepkości.

Ze względu na najwyższą ~~optymalną~~ dokładność stosowane są jako przyrządy wzorcowe.

Przepływomierze turbinowe pojawiły się w technice w latach czterdziestych /firma Potter - USA/ stosowane były początkowo głównie do krótkotrwałych pomiarów w technice laboratoryjnej szczególnie w technice lotniczej i raketowej.

Dokonany w ostatnich latach postęp w ich jakości i trwałości spowodował szerokie ich stosowanie w przemyśle.

Aktualną rolę przepływomierzy turbinowych ilustrują dane z literatury /Instrumentation Technology Nr 12 z r. 1986/ w której zestawiono informacje o sprzedaży różnych przepływomierzy w r. 1985 w USA.

Typ przepływomierza	% sprzedaży	koszt. mln USD
- objętościowe /komorowe/	37,7	290,4
- masowe	17,6	135,6
- turbinowe	15,3	117,8
- różnicy ciśnień	13,9	107,1
- elektromagnetyczne	8,3	63,9
- ultradźwiękowe	4,7	36,2
- wirowe /vortex/	2,1	16,2
- naporowe	0,4	3,1
Raz em	100 %	770,3

Inną ilustracją roli przepływomierzy turbinowych w technice jest załączona tablica poglądowa zestawiająca zalety, wady i zastosowania najważniejszych typów przepływomierzy. (Zak.Nr1). Tablica została zamieszczona w czasopiśmie Instrument and Control Systems Nr 2/1988.

Została sporządzona przez jedną z czołowych firm światowych Fischer and Porter. Pokazuje ona aktualną wysoką rangę przepływomierzy turbinowych.

Na podstawie obserwacji światowej techniki pomiarowej, analizy tendencji rozwojowych, oceny zalet przepływomierzy turbinowych można przyjąć, że utrzymują się one w technice pomiarowej przez wiele dziesiątków lat. Pojawiające się nowe metody pomiarowe i typy przyrządów takie jak:

- przepływomierze ultradźwiękowe
- " - " - wirowe Vortex
- " - " - masowe /Coriolisa/,

nie stwarzają groźby wyparcia innych przepływomierzy /w tym turbinowych z rynku/.

Istniejąca ogromna różnorodność problemów pomiarowych przepływu pozwala stwierdzić, że nie ma i nie będzie "przepływomierza uniwersalnego".

Można tu wymienić dodatkowo funkcje pomiarowe do których przepływomierze turbinowe są chętnie stosowane:

- pomiar objętości cieczy
- pomiar strumienia objętości
- pomiar masy cieczy i jej strumienia masy z zastosowaniem mikrokomputerowej korekcji od gęstości /lub temperatury i ciśnienia/,
- współpraca w układach automatycznej regulacji, centralnej rejestracji i przetwarzania danych, w komputerowych systemach pomiarowo-sterowniczych.

Ponieważ przepływomierze te należą do najdokładniejszych są chętnie stosowane do dokładnej kontroli zużycia i rozliczeń ciekłych produktów chemicznych, paliw i olejów itd.

Przepływomierze te są zatwierdzone do rozliczeń finansowych przez państwowe placówki pomiarowe /Urzędy Miar/ państw producentów tych przepływomierzy.

2. Przegląd stanu techniki światowej

2,1, Uwagi wstępne

Istnieją dziesiątki firm produkujących przepływomierze turbinowe w bogatym asortymencie, typów, rozmiarów, przeznaczeń, funkcji pomiarowych itp. Wiele firm oferuje kompletne systemy pomiarowe z dodatkową armaturą jak prostki, filtry, odgaźniki dozowniki itp.

Do najważniejszych producentów przepływomierzy turbinowych należą takie znane firmy światowe jak:

- Bestobell-Meterflow	- Anglia
- Kent /Brown-Boveri/	- Anglia
- Rhodes	- Anglia
- Elektronik Flow-Meter	- Anglia
- Foxboro	- USA
-Brooks	- USA
- AOT Hydrill	- RFN
- Fischer and Porter	- USA - RFN
- Bopp - Reuther	- RFN
- Siemens	- RFN
- Endress - Houser	- RFN
- Turbo	- RFN
- Smith	- USA
- Tekflo	- USA
- Rockwell	- USA
- ITT Barton	- USA
- Flow Technology Inc	- USA
- Schlumberger	- Francja itd

W krajach RWPG dotychczas jedynym poważniejszym producentem jest WRL typ Turboquant firma MERLAB. Są one jednak trudno dostępne i drogie. W kraju brak jest dla nich serwisu.

Wg nieoficjalnych informacji duża część ich produkcji jest kierowana do krajów zachodnich i rozwijających się.

W świetle wysokich cen oraz trudności z uzyskiwaniem części zamiennych i i serwisu, celowe jest uruchomienie produkcji przepływomierzy turbinowych w kraju.

Najważniejsze właściwości przepływomierzy zagranicznych zestawiono w tabl. 1.

2.2. Budowa przepływomierzy turbinowych w technice światowej

2.2.1. Budowa i działanie czujników turbinowych.

Czujnik turbinowy składa się z rurowego korpusu wykonanego z materiału niemagnetycznego oraz umieszczonego w nim wirnika obracającego się pod wpływem przepływu cieczy. Wirnik obraca się z prędkością obrotową proporcjonalną do strumienia objętości przepływającej cieczy. Wirnik obraca się na łożyskach umieszczonych w kierownicach strumienia lub na nieruchomej osi przy łożyskach umieszczonych w samym wirniku.

Obroty wirnika są wykrywane przez czujnik impulsów umieszczony na zewnątrz na korpusie.

W wyniku wielu lat rozwoju przepływomierzy turbinowych utrzymały się w zasadzie dwa główne sposoby wytwarzania sygnału wyjściowego z czujnika:

- a/ Indukowanie sygnału elektrycznego częstotliwościowego w uzwojeniu cewki znajdującej się na zewnątrz korpusu czujnika/ przez magnetyczne łopatki wirnika. Przejście każdej łopatki wirnika przez pole cewki /z magnesem/ daje jeden impuls.
- b/ Indukowanie sygnału w uzwojeniu cewki /z rdzeniem magnetycznym/ przez pole magnetyczne trwałego magnesu umieszczonego w wirniku i obracającego się wraz z nim.

W obu przypadkach częstotliwość sygnału jest proporcjonalna do prędkości cieczy przepływającej przez czujnik.

Inne zasady wytwarzania sygnału jak np. wykorzystanie elementu Halla, fotooptyczne. prądniczy tachometrycznej po okresie występowania w latach sześćdziesiątych w zasadzie zanikły.

Obserwuje się nawrót wykorzystania zasady fotooptycznej w czujnikach dla bardzo małych przepływów /mikroprzepływomierzy, głównie posiadających wirniki z łopatkami stycznymi /skrzydełkowe/.

Obydwa w/w sposoby wytwarzania sygnału mają swoje wady i zalety i tak:

- zasada wg a/ wymaga stosowania materiału ferromagnetycznego na wirnik /łopatki/ /np. stopy typu Permalloy/, które z natury są mniej odporne na korozyjne działanie cieczy. Poważną zaletą tej zasady jest wysoka częstotliwość impulsów uzyskiwana z wielu łopatek wirnika. Sygnał ten daje się lepiej obrabiać w elektronicznych przyrządach wtórnych.
- zasada wg b/ ma lepszą kwasoodporność

2.2.2. Łożyskowanie wirników

W oparciu o dostępne przejrzane materiały w technice światowej można wyodrębnić n/w podstawowe typy osadzenia i łożyskowania wirników czujników turbinowych:

- a/ czopy mocowane w wirniku obracają się wraz z nim w nieruchomych łożyskach / osadzonych w piastach kierownic strumieni przedniej i tylnej. Łożyska mogą być ślizgowe lub kulkowe,
- b/ wirnik z osadzonymi w jego piaście łożyskami /ślizgowymi lub kulkowymi/ obraca się na nieruchomej osi osadzonej w piastach kierownic,
- c/ wirnik z łożyskiem obraca się na jednej nieruchomej osi osadzonej w piaście kierownicy tylnej.

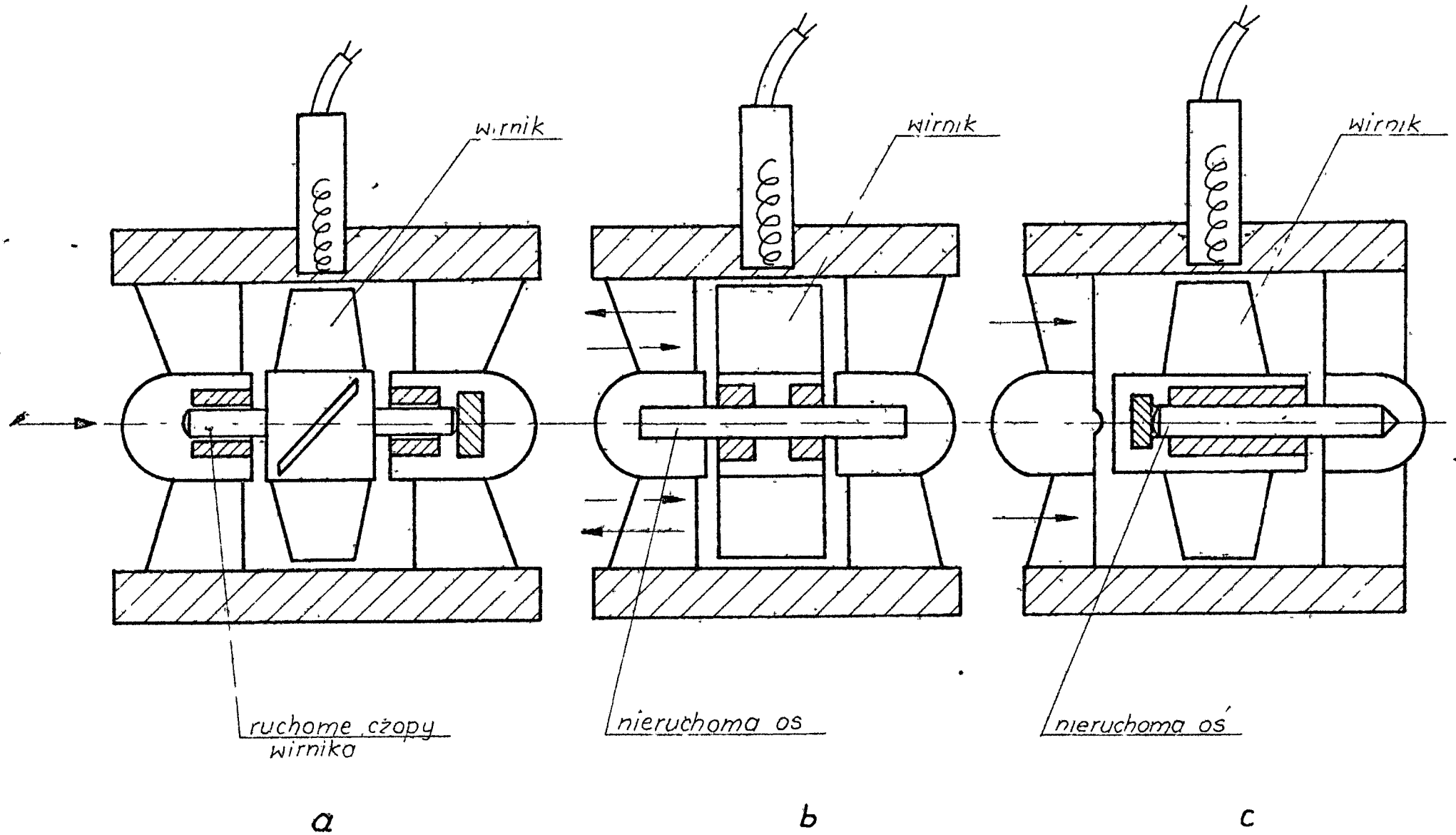
Ww. sposoby/pokazane na rys. 1/ mają swoje wady i zalety.

Przy łożyskowaniu wg sposobu a/ uzyskuje się wysoką czułość /niska dolna granica/ szczególnie przy podparciu tylnego czopa kamieniem oporowym, wadą jest większy ciężar wirnika i bardziej intensywne zużycie tulejek wskutek stałego skupienia nacisku wirnika w jednym miejscu na dole tulejki, co prowadzi do jej owalizacji.

Sposób b/ przynosi mniejszą czułość wskutek podparcia wirnika na powierzchni podporowej o większej średnicy.

Wada ta jest często złagodzona poosiowym odciążeniem wirników.

11



Rys.1 Podstawowe sposoby łóżykowania wirników

11/11/11

Sposób^{wgC} charakteryzuje się oszczędną budową, wysoką trwałością tulei łożyskowej zużywającej się równomiernie na obwodzie. Przy czopie o wysokiej twardości zwiększa to trwałość przepływomierza.

Rozwiązanie to wymaga pogrubienia czopa dla podniesienia wytrzymałości przy dynamicznych obciążeniach od wirującego z dużą prędkością wirnika.

W technice światowej najczęściej występują sposoby a/ i b/.

2.2.3. Inne szczegóły konstrukcyjne w czujnikach turbinowych zagranicznych

Kierownice strumienia

Firmy produkujące większe ilości przepływomierzy wykonują kierownice przez precyzyjne odlewanie lub kucie stali kwasoodpornych.

Spotyka się kierownice spawane lub składane.

Nie spotyka się kierownic zgrzewanych prawdopodobnie ze względu na niższą odporność chemiczną zgrzein. Przy dostępności innych tanich technologii producenci nie są zainteresowani wprowadzeniem zgrzewania.

Często spotykane są kierownice w postaci pakietu małych rurek wstawianych wraz z piastą z łożyskami wirnika w gniazda kanału pomiarowego.

Jest to rozwiązanie tanie pod warunkiem dostępności handlowych rurek kwasoodpornych cienkościennych, pozwalających zminimalizować obróbkę.

Nie spotyka się w zasadzie kierownic przednich giętych dla korygowania charakterystyki przepływomierza. Metodę tę zastępuje zapewnienie powtarzalności wykonania zwłaszcza wirników oraz dokonywanie tej korekcji metodami elektronicznymi.

Wirniki

Można ocenić, że wirniki z łopatkami płaskimi i łopatkami o kształcie linii śrubowej są stosowane w równorzędnym zakresie. Obydwa rozwiązania mają swoje wady i zalety.

Bez przeprowadzenia własnych badań porównawczych i porównania technologii wykonania oraz kosztów, nie da się zająć jednoznacznego stanowiska odnośnie przewagi jednego rodzaju nad drugim.

Podstawowa większość wirników wykonywana jest przez frezowanie. Zapewnia to wysoką precyzję wykonania, powtarzalność produkcji, a tym samym powtarzalność charakterystyki błędów. Przy ogólnie wysokim koszcie przepływomierza, koszt wykonania wirnika ma mniejsze znaczenie niż zapewnienie wysokiej jakości.

Spotykane są wirniki prawdopodobnie precyzyjnie odlewane lub odkuwane. Wymagają one jednak obróbki wykańczającej. Są to przypuszczenia oparte o dostępne materiały fotograficzne. Bliżej można by wyjaśnić technologie wykonania wirników poddając oględzinom i analizom wzorce zagraniczne.

Spotyka się wirniki składane zwłaszcza większych wymiarów. Wg materiałów informacyjnych odbywa się to przez zaciskanie łopatek wykonywanych z blachy w rowkach wykonanych skośnie w piastach wirników.

Jest to technologia tania, dająca dobrą powtarzalność wykonania /przy podstawowym oprzyrządowaniu/ i nie pogarszająca odporności chemicznej.

Spotyka się również wirniki wykonywane przez elektrodrażenie, prawdopodobnie przez elektrodrażarki wycinające /nie drażone czołowo". Możliwe jest to jedynie przy łopatkach płaskich.

Korpusy

Korpusy z przyłączami gwintowymi stosowane są w zakresie średnic 6 /i niżej/ do 40 - 50 mm.

Większe średnice wyposażane są wyłącznie w kołnierze.

Większość firm wyposaża w przyłącza kołnierzowe również czujniki małe /nawet do 6 mm/ równoległe do przyłączy gwintowych.

Kołnierze w większości przypadków są spawane na tulei korpusów.

Czujniki impulsów i wzmacniacze wstępne

Większość firm stosuje czujniki impulsów wkręcane w gniazda w korpusie. Czujniki impulsów są często ekranowane przed zakłóceniami.

Na czujnik impulsów nakręcany jest wzmacniacz wstępny umieszczony w hermetycznej puszcze ze stopu lekkiego.

2.3. Odciażanie dynamiczne wirników

Można stwierdzić, że większość firm stosuje odciażenie wirników /przy łożyskach ślizgowych/ dla zmniejszenia zużycia tylnego łożyska /kamienia/ oporowego.

Odciażanie stosowane jest zwłaszcza w czujnikach większych. Wyróżnia się najważniejsze sposoby odciażania poosiowego wirników:

- wykorzystanie różnicy ciśnień na wlocie i wylocie z wirnika,
- wykorzystanie ciśnienia dynamicznego/prędkości/ ciecży,
- wykorzystanie zjawisk w warstwie przyściennej.

O skuteczności metod odciażania wirników nie można nic powiedzieć bez badań i prac własnych.

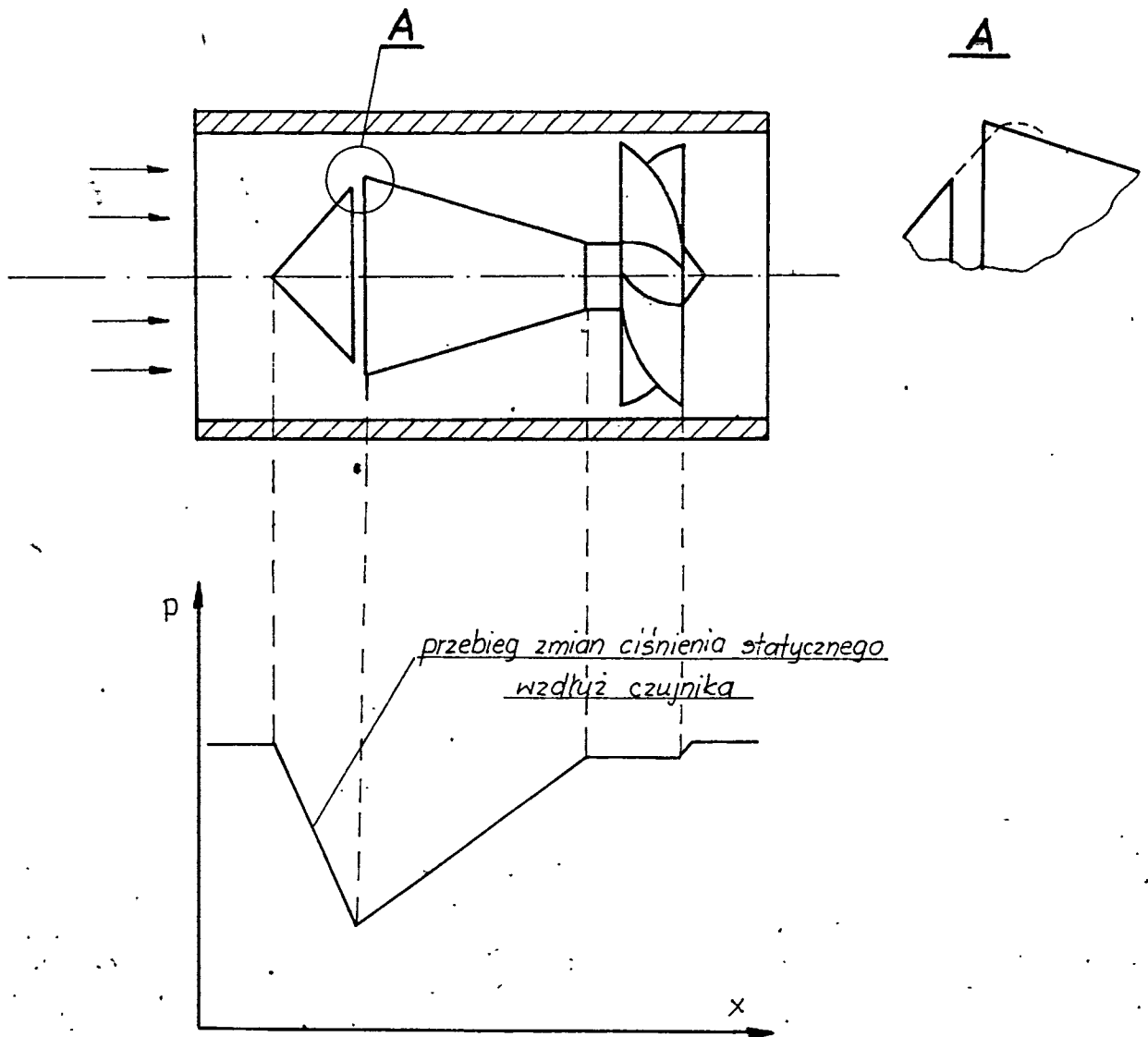
Jest to zagadnienie wielkie, wymagające badania wielu modeli. Przykłady spotykanych sposobów odciażenia pokazują rys. 2; 3; 4; 5.

2.4. Konstrukcje i wpływ lepkości

Lepkość ciecży mierzonej wpływa na charakterystykę błędów czujnika turbinowego zależnie od jego konstrukcji, prędkości ciecży w kanale pomiarowym, obrotów wirnika, stanu powierzchni itp.

Wpływ lepkości jest większy przy mniejszych średnicach czujników. Ogólnie można stwierdzić, że wzrost lepkości ciecży powoduje zwiększanie ujemnych błędów przy dolnej granicy pomiarowej a tym samym zmniejszenie zakresowości przepływomierza.

SPIS TREŚCI

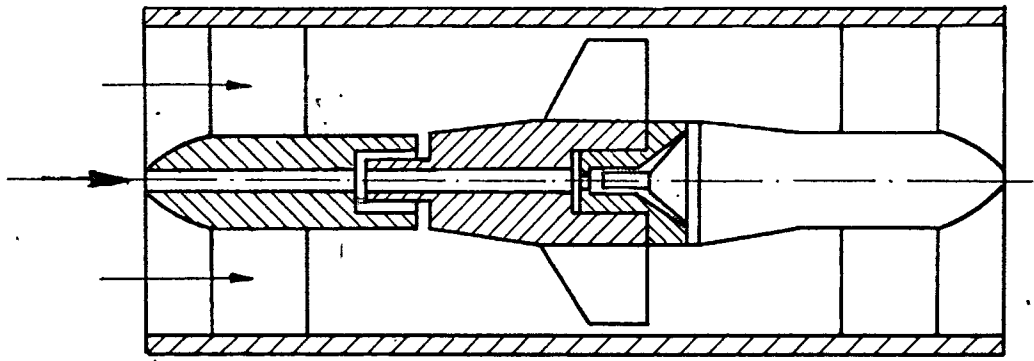


Rys.2. Sposób odciążenia wirnika
wg firmy Potter

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

16

SPIS TREŚCI

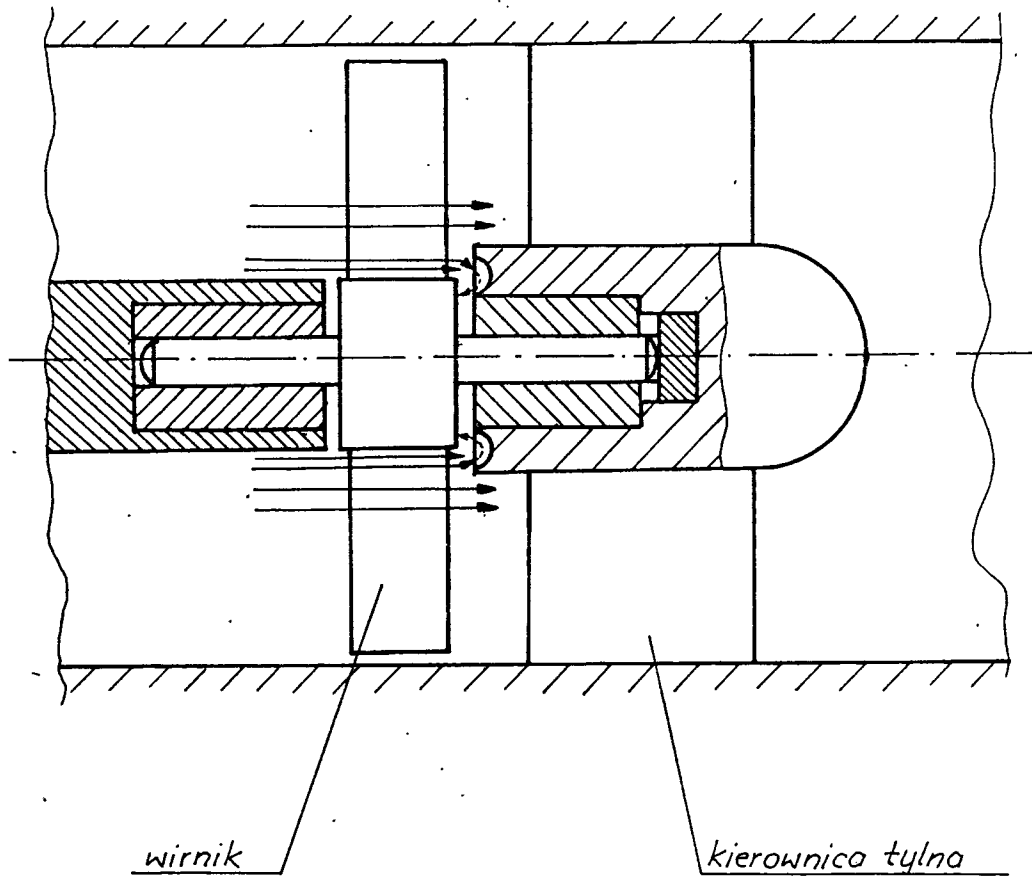


Rys.3. Sposób odciążenia wirnika
wg firmy Meterflow

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

Handwritten signature

SPIS TREŚCI

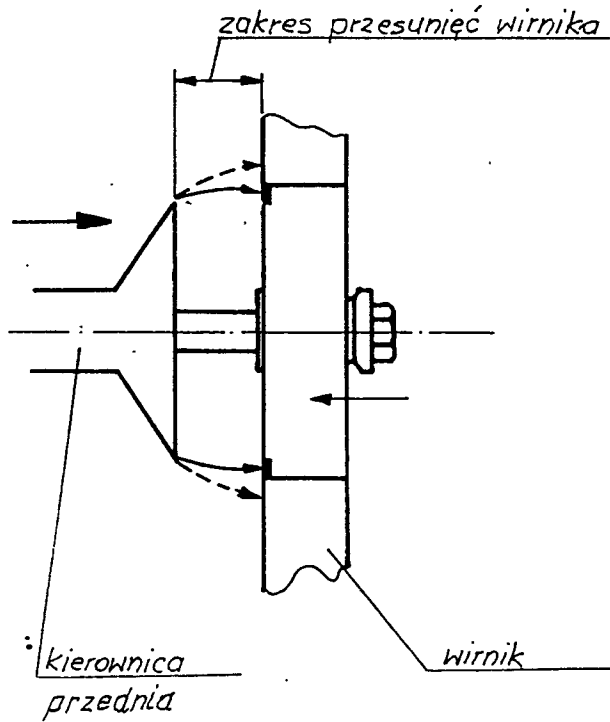
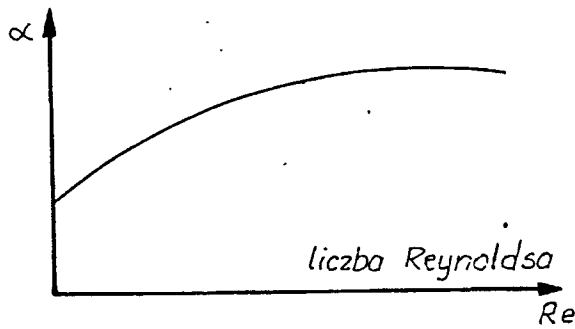
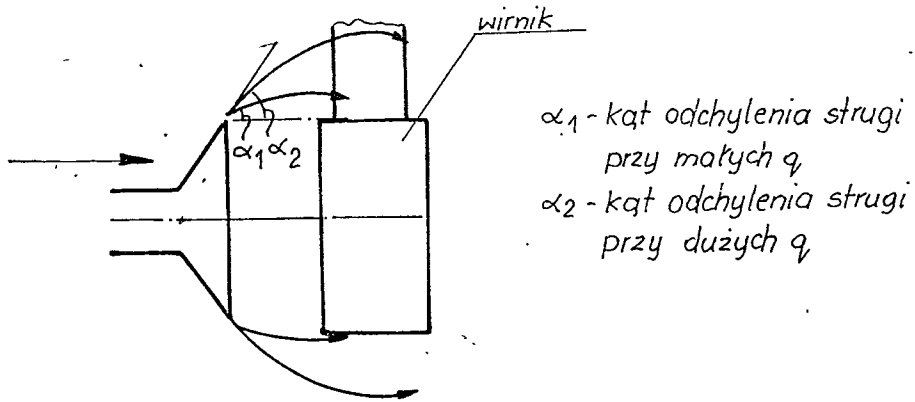


Rys.4. Sposób odciążenia wirnika
wg rozwiązania węgierskiego

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

18

SPIS TREŚCI



Rys.5. Sposób odciążenia wirnika wg firmy Kent

Opracował				Kier. Pracowni			
Sprawdził				Kier. Zakładu			
	Nazwisko	Podpis	Data		Nazwisko	Podpis	Data

19

Typowe charakterystyki dla różnych lepkości cieczy mierzonej f-m Bopp - Reuther i Endress-Hauser pokazują załączniki.

Dostępne materiały firmowe pokazują różny charakter, różną wielkość wpływu lepkości na błędy. Wynika to głównie z różnic konstrukcyjnych czujników pomiędzy wytwórcami. Dla ograniczenia wpływu lepkości stosuje się różne środki np. m.innymi:

- poosiowe skracanie wieńców łopatek wirników,
- nakładanie specjalnych pierścieni na wierzchołki łopatek wirników /f-my Smith, Bopp-Reuther/,
- rozszerzenie kanału pomiarowego w obrębie wirnika.

Brak jest informacji odnośnie skuteczności działania w/w /i innych/ sposobów ograniczenia wpływu lepkości na błędy czujników.

W światowej technice regułą jest określanie charakterystyk lepkościowych sprzedawanych przepływomierzy. Trudno sobie wyobrazić nowoczesne przepływomierze bez tych charakterystyk. Dopóki w kraju nie będzie stanowisk badawczych ze ~~zmienną~~ lepkością cieczy, dotąd nie będzie można prowadzić prac nad optymalizacją konstrukcji w kierunku najniższego wpływu lepkości.

Przykładowo konstrukcję czujnika reprezentującą w/w tendencje konstrukcyjne dla ograniczenia wpływu lepkości pokazuje załącznik f-my Brooks. Wyraźnie widać tam zanurzenie końców łopatek wirnika w pierścieniowym gnieździe korpusu wytworzonym przez wkładane tuleje.

2.5. Stosowane materiały

Asortyment stosowanych materiałów w budowie czujników jest obszerny.

W budowie korpusów kierownic, prostek itp. dominują stale kwaśoodporne w gatunkach odpowiadających krajowej stali 1H18N9T /i zbliżonym/. Są to stale austenityczne o wysokiej odporności chemicznej.

Na wirniki stosuje się stopy odporne chemicznie o własnościach magnetycznych pozwalających na uzyskiwanie impulsów z łopatek, np. typu Permalloy, Hastelloy, Monel itd.

Stosuje się również stale nierdzewne martenzytyczne o zmniejszonej odporności chemicznej.

Mało spotyka się wykonania z popularnych dawniej stopów aluminium i stopów miedzi.

Na łożyska stosowane są m.innymi następujące materiały i ich kombinacje:

- węgliki wolframu /głównie osie, kamienie oporowe/,
- stellyty - tulejki ślizgowe,
- teflon - tulejki ślizgowe
- kamienie sztuczne /szafiry/ - tulejki i kamienie oporowe,
- łożyska kulkowe kwasoodporne /na razie niedostępne w kraju/,
- specjalne stopy i kompozycje tworzywowe i metalowe stanowiące tajemnice firmowe.

W ostatnich latach rozpowszechniają się łożyskowania z wykorzystaniem spieku tlenków aluminium / $Al_2 O_3$ /.

Charakteryzują się one wysoką twardością, odpornością na ścieranie i b. wysoką odpornością chemiczną. Są one jednak dość drogie ze względu na oprzyrządowanie produkcji i pracochłonną obróbkę wykańczającą.

W dalszych etapach prac powinno się w kraju rozpoznać możliwości zastosowania tego materiału w nowych przepływomierzach.

2.6. Mierniki i przetworniki elektroniczne

Wszyscy producenci przepływomierzy turbinowych oferują b.bogaty asortyment urządzeń elektronicznych spełniających praktycznie w pełnym zakresie zapotrzebowanie użytkowników. Urządzenia te spełniają następujące podstawowe funkcje pomiarowe:

- pomiar strumienia objętości
- pomiar ogólnej objętości
- pomiar strumienia objętości i ogólnej objętości
- pomiar objętości i dozowanie
- pomiar strumienia objętości, ogólnej objętości i dozowanie,

- przetwarzanie impulsów na zunifikowane sygnały analogowe prądowe i do współpracy z komputerami.

Do opracowania dołączono planszę f-my Rhodes ilustrującą przykładowy system mierników i przetworników realizujących w/w funkcje i współpracujących z różnymi czujnikami wirnikowymi. (Zat. Nr 11).

Oczywiście w większości znanych firm urządzenia wtórne elektroniczne są zunifikowane w zastosowaniu do innych typów przepływomierzy z naturalnym sygnałem wyjściowym częstotliwościowym.

Niektóre firmy /np. Siemens/ oferują komputerowe urządzenia dozujące programowane wielokanałowe stosowane np. w procesach technologicznych tworzenia mieszanin. W kraju istnieje również zapotrzebowanie na takie sterowniki.

Istnieje wielka różnorodność obudów przyrządów wtórnych laboratoryjnych i przemysłowych spełniających wszelkie wymagania bezpieczeństwa i narażeń technoklimatycznych.

2.7. Stan techniki w kraju

W kraju istniała niewielka ilościowo /PIAP/ produkcja niektórych wielkości przepływomierzy.

Charakteryzowała się ona już przestarzałą konstrukcją i niskimi ^{wtas}wnościami techniczno-eksploatacyjnymi.

Wyrób ten spełnił swoje zadanie tj. zapoczątkowanie tej dziedziny w kraju.

Produkcja ta pozwoliła zebrać duże doświadczenie dla podjęcia opracowania nowoczesnych przepływomierzy o dobrym światowym poziomie.

Produkcja ta w ostatnich latach zanikła. Wykonuje się jedynie pojedyncze przepływomierze na indywidualne zamówienia.

Innym producentem przepływomierzy turbinowych w kraju jest Instytut Lotnictwa. Wykonuje on jednostkowo również przestarzałe przepływomierze.

22

Sytuacja dojrzała w kraju do podjęcia opracowania i uruchomienia produkcji dla kraju i na eksport nowoczesnych przepływomierzy turbinowych.

2.8. Wnioski z przeglądu stanu techniki

- Przepływomierze turbinowe stanowią na rynkach światowych poważną liczącą się grupę przyrządów,
- Nie widać sygnałów o zmniejszaniu się ich znaczenia w przyszłości.
- Osiągnięto bardzo wysoki poziom jakości i własności metrologicznych ~~standardowe~~ błędy 0,2 - 0,5 %.
- Wprowadzona jest technika mikroprocesorowa do linearyzacji charakterystyk błędów do poziomu ok. 0,1 %.
- Wprowadzane są urządzenia do korekcji gęstości /i/ lub temperatury ~~i ciśnienia~~ do pomiarów w jednostkach masy.

TABELA 1

Wybrane najważniejsze dane przepływomierzy zagranicznych

Firma kraj	Typ przepływomierza	średnice nominalne mm	Q_{min} dm ³ /min	Q_{max} dm ³ /min	błądy pomiaru %	Dziedziny zastosowań	materiały /łożyskowe/	Przyłącza czujników	System wytwarzania impulsów
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Kent Industrial Measurements Anglia	P-MT Turbine METER	20 ± 200 3/16" + 3/8" 11 wielkości	1,13	18300	±0,5% dla czujników 20±40mm ±0,25% dla czujników powyżej 50mm	Przemysł chemiczny, paliwowy	węgiel wolframu, łożyska ślizgowe	kołnierzone w całym zakresie średnic	Impulsy z łopatek wirnika
	P-MS Turbine METER	20±40 3/4" + 1 1/2" 1 wielkości	1,13	490	±0,5%		węgiel wolframu łożyska ślizgowe	gwintowe typ Ermeto	Impulsy z łopatek wirnika
	P-NT Turbine Meter	100 ± 500 4" + 20" 10 wielkości	490	133000	±0,25%	Przemysł chemiczny paliwowy, rurociągi przesyłowe	węgiel wolframu	wyłącznie kołnierzone	Impulsy z magnetycznych wkładek umieszczonych w pierścieru osadzonym na wierzchołkach łopatek wirnika
	P-IT Turbine METER	5 ± 50mm 3/16" + 2" 9 wielkości	1,3	1100	±0,5%	przemysł chemiczny	tulejki ślizgowe spiekany teflon /Fluorosint /	wyłącznie kołnierzone	Impulsy z łopatek wirnika
	P-PS Turbine METER	5 ± 40mm 3/16" + 1/2" 8 wielkości	1,3	580	±0,5%		tulejki spiekany teflon	gwintowe typ Ermeto	Impulsy z łopatek
Siemens RFN	Turbinen Mengenmessgerät	2 ± 300mm 2,6 wielkości	0,1 ± szczegółowe zakresy pomiarowe w załączonych materiałach	48000	0,15 ± 1%	różne ciecze przemysłowe w tym agresywne chemicznie	brak danych czop poliparty kulką kwasoodporną	kołnierzone i gwintowe	Impulsy z łopatek

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tylor GEC-Elliott Automation- ¹ td Anglia	typ 1100 typ 720	8 - 300 17 wielkość	1 szczęgłowe pomiarowe wg załącznika	45400 zakresy załącznika	±0,5 % /± 1%/	różne cieczy przemysłowe i kriogeni- czne	stal kwaso- odporna 430 /hartowana/	kołnierzone i gwintowe	Impulsy z łopatek
	typ 7300	50 ± 600	60	153000	±0,5, /± 1/	jw. + paliwa i oleje		kołnierzone	
Bestobell Meterflow Anglia	typ M2, M4	12 - 50	2,2	1100	do 10,5% ±0,25% w ogr- aniczonym zakresie	różne cieczy przemysłowe	stal kwaso- odporna typ 440 hartowana	gwintowe i kołnierzone	Impulsy z łopatek
	typ M6 i M7	12 - 355	2,3	68000			węglik wolframu	gwintowe i kołnierzone	
	typ M17	75 - 600	3,3	164500	± 0,25%	głównie paliwa i oleje		kołnierzone	
Brooks USA	typ Fractional Parity Turb. Flowmeter	12 ± 50	2,55	1893	±0,25%	przemysł chemiczny paliwowy	węglik wolframu	gwintowe i kołnierzone	Prak danych
	typ Parity Series	75 ± 600	2,60	160000	± 0,15%	przemysł paliwowy ropa surowa	węglik wolframu	kołnierzone	

3. Wstępna koncepcja typoszeregu przepływomierzy turbinowych. Uzasadnienie.

3.1. Wybór metody wytwarzania impulsów

Na podstawie przeprowadzonych analiz i rozważań, przyjmuje się do dalszych prac system wytwarzania impulsów w czujniku turbinowym indukcyjny z zastosowaniem wirującego wraz z wirnikiem trwałego magnesu.

System ten w warunkach krajowych ma takie najważniejsze zalety jak:

- dostępność materiałów na magnesy/typu Alnico/,
- wysoka odporność kwasoodpornych stali gat. 1H18N9T, w tym przypadku mającej zastosowanie na główne części czujników. Daje to dużą uniwersalność w stosowaniu przepływomierzy do różnych cieczy.

System wytwarzania impulsów z łopatek jakkolwiek ma szereg zalet /np. wyższe częstotliwości sygnału/ odsuwa się na plan dalszy, przede wszystkim ze względu na trudną osiągalność w kraju dobrych stopów, przede wszystkim na wirniki.

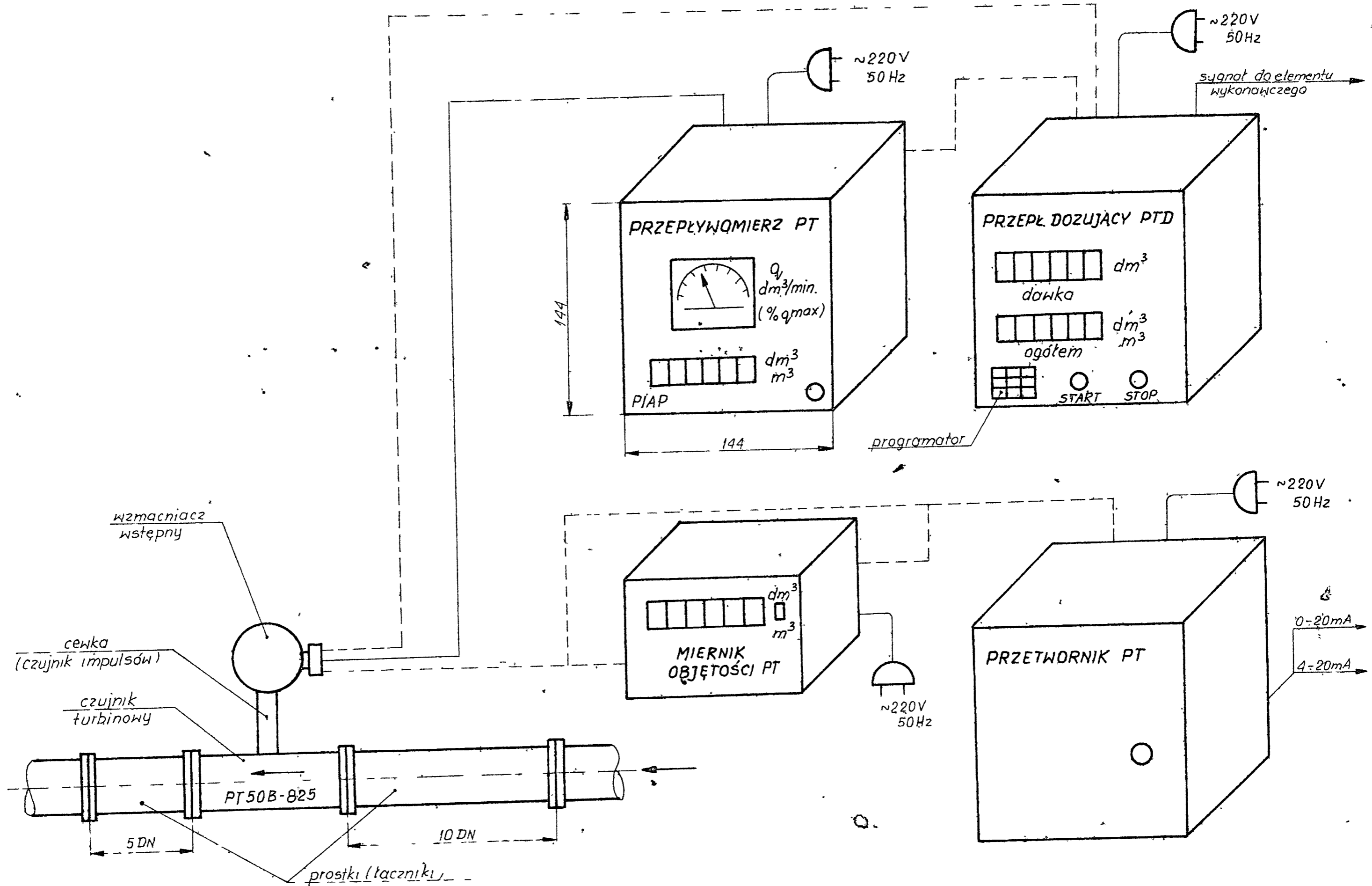
Stopów posiadających dobre własności magnetyczne i w miarę dobrą odporność chemiczną.

Do ewentualnego opracowania przepływomierzy w oparciu o system wytwarzania sygnału z łopatek powinno się wrócić w przyszłości w miarę poprawy sytuacji materiałowej.

3.2. Układ systemu pomiarowego przepływomierzy turbinowych

System pomiarowy przepływomierza składać się będzie z następujących głównych bloków /zespołów/ jak na rys.6

- czujnik turbinowy z układem prostownic strumieni /prostek/ umieszczony w rurociągu,
- zestaw cewki /czujnik impulsów/
- wzmacniacz wstępny sygnału,



Rys. 6 Schemat systemu pomiarowego przepływomierza turbinowego

24

- miernik przepływomierza w wersji podstawowej wskazująco-sumujący do pomiaru objętości cieczy i pomiaru jej strumienia objętości oraz ewentualnie wytwarzania sygnału wyjściowego prądowego,
- miernik dozująco-sumujący do automatycznego dozowania dawek cieczy w procesach technologicznych lub w dystrybucji.

Miernik ten opracowany będzie w III etapie CPBR kier.7.2. tj. w l. 1989-90.

Rozważa się również celowość opracowania odrębnych modułów elektronicznych spełniających następujące funkcje:

- wyłącznie sumowanie objętości - układ uproszczony bez toru analogowego,
- wyłącznie pomiar strumienia objętości wskazywanej na tablicowym mierniku wskazówkowym,
- wytwarzanie sygnałów dla potrzeb automatyzacji i komputeryzacji procesów. Byłby to przetwornik częstotliwości sygnału z czujnika na unifikowane sygnały analogowe i dyskretne w tym analogowe prądowe 0-20 mA i/lub 4-20 mA.

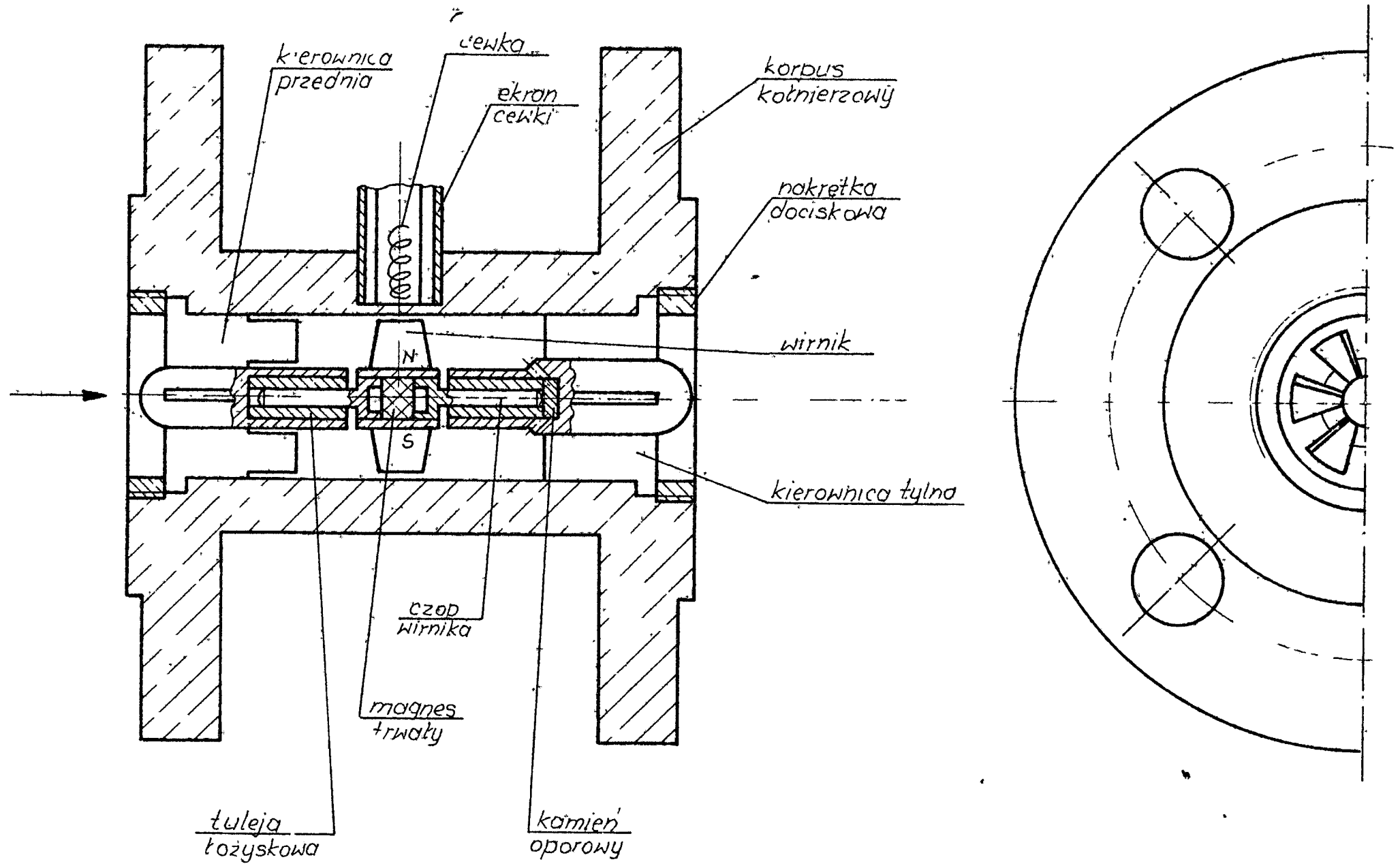
Ostateczne decyzje co do kompletności typoszeregu mierników i przetworników elektrycznych powinny zostać podjęte po zakończeniu etapu II CPBR kier.7.2. Uzależnia się to od praktycznie uzyskanych rozwiązań konstrukcyjnych i od dostępnej bazy elementowej.

3.3. Budowa i działanie czujnika turbinowego

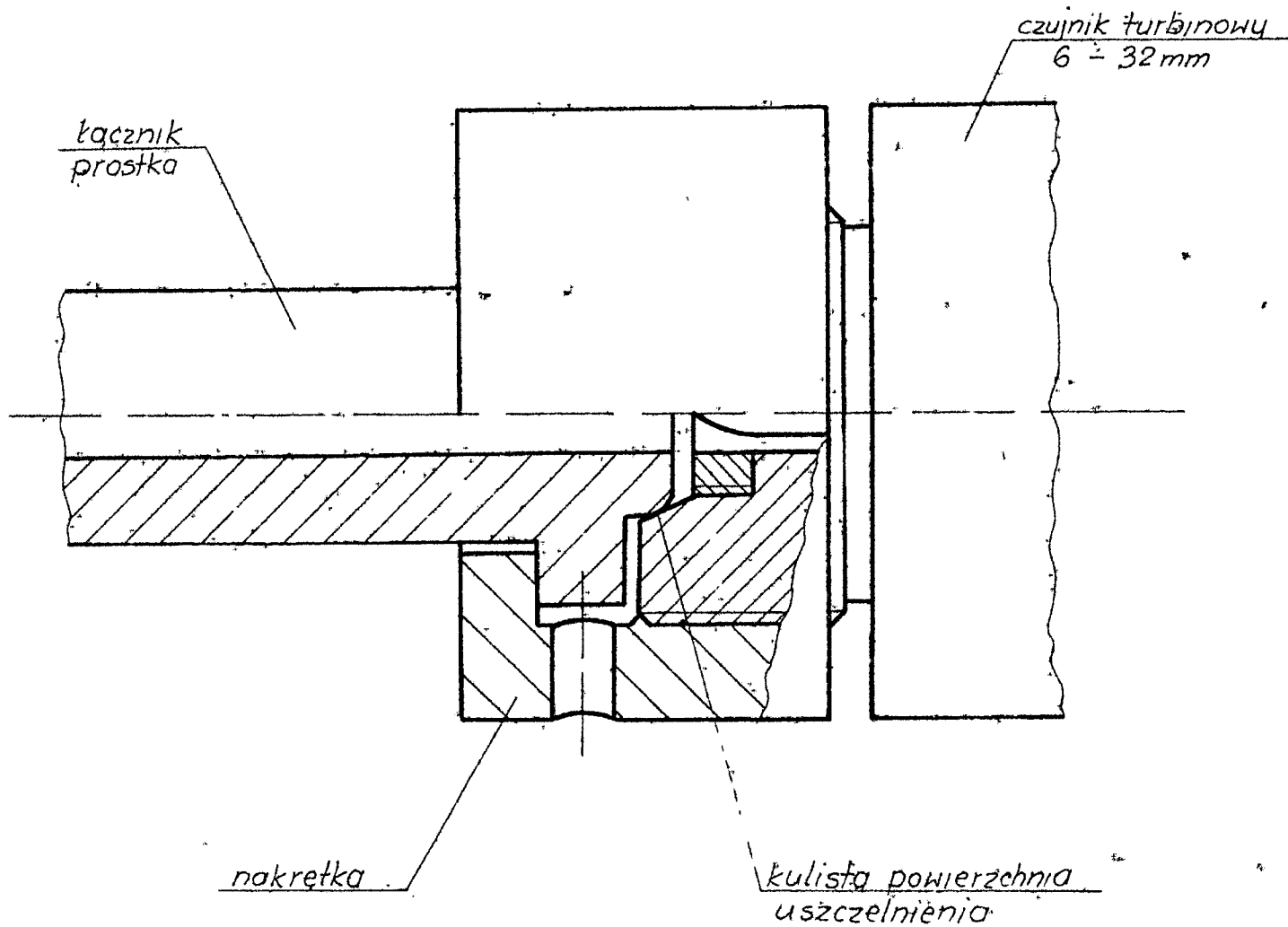
Schematycznie budowę nowego proponowanego czujnika turbinowego pokazuje rys. 7i7a

Czujnik składa się z:

- korpusu z przyłączami kołnierzowymi lub gwintowymi. Korpus stanowi odcinek rurowy wykonany z metalu niemagnetycznego dla umożliwienia przenikania przez ściankę pola magnetycznego od wirującego magnesu, (z wirnikiem).



Rys. 7 Schemat budowy czujnika turbinowego (przyłacza kotniertzowe)



Rus 7a Schemat awintowego dotaczenia czujnika turbinowego z łącznikiem

Do korpusu z zewnątrz w gnieździe gwintowym przymocowany jest czujnik impulsów /cewka/ w obudowie ze stali kwasoodpornej i w tulei ekranującej wykonanej z magnetycznej stali kwasoodpornej,

- wirnika wyposażonego w śrubowe łopatki i zawierającego wewnątrz trwały magnes.
Wirnik posiada czopy, które obracają się w tulejkach osadzonych w kierownicach,
- kierownice składają się z piasty walcowej oraz 4 łopatek wierzchołkami dopasowanych ściśle do ścianki tunelu pomiarowego korpusu.
W piastach kierownic osadzone są tuleje łożyskowe wirnika.
W piaście tylnej osadzony jest kamień oporowy podpierający czop wirnika.

Pod wpływem przepływającej przez czujnik turbinowy cieczy wirnik obraca się z prędkością obrotową proporcjonalną do prędkości liniowej cieczy.

Obracający się wraz z wirnikiem trwały magnes wytwarza w uzwojeniu cewki ciąg impulsów o częstotliwości proporcjonalnej do prędkości cieczy.

Impulsy te są wzmacniane we wzmacniaczu wstępnym umieszczonym na korpusie cewki i przekazywane do elektronicznych przyrządów systemu pomiarowego.

3.4. Dobór podstawowych parametrów czujników

W dostępnych firmowych materiałach informacyjnych nie istnieją teoretyczne wskazówki dotyczące zasad konstruowania i doboru podstawowych parametrów konstrukcyjnych czujników turbinowych.

Istniejąca literatura tematu zawierająca równania zależności błędu charakterystyki przepływomierza /stałej "K"/ od parametrów fizycznych /moment napędowy, opory ruchu wirnika, prędkość cieczy itp./ i konstrukcyjnych /skok wirnika, kąty nachylenia łopatek, średnice piast itp./

zawierają różnorodne z reguły niekoreślone współczynniki, tak że praktyczne ich wykorzystanie jest trudne i obarczone być może wysokim błędem.

W praktyce dobór podstawowych parametrów czujnika można ograniczyć do zgrubnego określenia stałej przetwarzania "K" w zależności od prędkości cieczy w kanale /strumień objętości/ i przyjętych obrotów maksymalnych wirnika.

Jak wiadomo z literatury i jak pokazuje rys. 10 krzywa błędów czujnika w obszarze małych strumieni objętości charakteryzuje się wybrzuszeniem w kierunku błędów dodatnich. Wybrzuszenie to występuje w laminarnym zakresie prędkości przepływu. W miarę wzrostu prędkości cieczy i wchodzeniu w przepływ burzliwy, krzywa wypłaszcza się i można tu uzyskiwać małe błędy stałej "K". Stąd z punktu widzenia metrologii korzystne jest przyjmowanie dużych prędkości cieczy i prędkości obrotowych wirnika. Powoduje to jednak wzrost strat ciśnienia /straty energetyczne w instalacji/ i zwiększone zużycie łożysk.

Optymalny dobór parametrów czujnika polega więc na doborze minimalnych obrotów wirnika i przyjmowanie nie za wysokich lokalnych prędkości cieczy w obrębie czujnika.

Na podstawie analizy konstrukcji zagranicznych można przyjąć, że te maksymalne prędkości zawierają się w obszarze 8-10 m/s dla prędkości cieczy w kanale. i 3-8 tys. obr/min dla prędkości obrotowych wirników.

Dawniej, gdy przepływomierze turbinowe stosowane były do krótkotrwałych pomiarów w technice laboratoryjnej, spotykane były prędkości rzędu 15 m/s. i obroty wirników do 15 - 20 tys. na minutę.

Szerokie zastosowanie przepływomierzy turbinowych w przemyśle zostało umożliwione przez obniżenie tych parametrów, zastosowanie nowych materiałów i wprowadzenie nowoczesnych układów elektronicznych pozwalających obrabiać nisko napięciowe sygnały z czujników.

Wartość stałej przetwarzania "K" czujnika turbinowego można dobrać z zależności:

$$n_{\max} = q_{\max} \cdot K \quad \text{dm}^3/\text{min} \cdot \text{obr}/\text{dm}^3$$

gdzie n_{\max} - największe obroty wirnika

q_{\max} - maksymalny strumień objętości

$$\text{stąd } "K" = \frac{n_{\max}}{q_{\max}} \quad \text{obr}/\text{dm}^3$$

q_{\max} - dobiera się kierując się prędkością cieczy w kanale i parametrami konstrukcyjnymi wirników

n_{\max} - dobiera się kierując się uprzednio omówionymi względami.

Ponieważ w praktyce charakter krzywej błędów zależy od wielu trudno uchwytnych czynników /np. stan i ostrość krawędzi łopatek wirników, niewyważenie, gładkość powierzchni/ wpływających na błąd w zakresie nawet kilku procent *dobór* parametrów wirnika przeprowadza się doświadczalnie wprowadzając kolejne poprawki w jego konstrukcji. Jest to droga żmudna wymagająca wykonywania szeregu modeli, ale jedyna zapewniająca uzyskanie zadowalającego wyniku.

3.5. Wstępna koncepcja rozwiązań czujników i ich poszczególnych węzłów konstrukcyjnych

3.5.1. Wirnik

Wirnik posiada wieniec z łopatkami o kształcie linii śrubowej oraz w piaście magnes z dwoma biegunami zorientowanymi poprzecznie względem jego osi.

Magnes obustronnie zamknięty jest czopami.

Przyjmuje się łopatki w kształcie linii śrubowej ze względu na:

- opanowanie w PIAP technologii ich wytwarzania,

- prawdopodobnie mniejszy wpływ zmian lepkości na krzywą błędów,
- posiadane doświadczenie w korygowaniu charakterystyk błędów czynnikami konstrukcyjnymi i technologicznymi.

Łopatkki w kształcie linii śrubowej stosowane są szeroko w technice światowej.

Ewentualne zastosowanie łopatek płaskich w krajowych przepływomierzach odsuwa się na późniejszy termin ze względu na konieczność przeprowadzenia szerszych badań na wielu modelach.

Wprowadzenie płaskich łopatek uzależni się wtedy od szczegółowej analizy korzyści i wad związanych z obydwoimi kształtami.

Badania płaskich łopatek można będzie poprowadzić w ramach prac doskonalących nad przepływomierzami turbinowymi.

3.5. Kierownice

Kierownice spełniają rolę częściowego uspokajania zawirowań w strumieniu cieczy, oraz służą do mocowania łożysk, w których osadzone są czopy wirnika.

Kierownice składają się z płaskich łopatek i piasty.

Przyjmuje się kierownice zależnie od sposobu wykonania jak niżej:

- frezowane 4-ro łopatkowe w zakresie średnic czujników 6 - 25 mm
- składane w zakresie średnic czujników. 32 - 150 mm

W toku dalszych prac przewiduje się wykonanie i przebadanie kierownic zgrzewanych, co może przynieść zmniejszenie pracochłonności.

Warunkiem wprowadzenia kierownic zgrzewanych będzie sprawdzenie odporności chemicznej zgrzein na różne ciecze agresywne chemicznie.

W kierownicach przednich zachowuje się dotychczas stosowaną możliwość gięcia łopatek dla korygowania w ograniczonym zakresie krzywej błędów.

Mocowanie kierownic w korpusie będzie realizowane przy zastosowaniu pierścieni w przecięciach, których trzymane będą końcówki /skrzydełka/ łopatek kierownic. Pierścienie będą dociskane specjalnymi nakrętkami wkręcanyymi w gwint korpusu.

Dla większych średnic przewiduje się mocowanie łopatek bezpośrednio w gniazdach korpusu i zabezpieczanie końcówek tych łopatek wkrętami.

3.5.3. Korpusy

Przewiduje się wykonywanie korpusów czujników mniejszych średnic do 40 mm przez toczenie z pełnego pręta. Korpusy czujników większych średnic wykonywane będą z rur grubościennych. Korpus wyposażony będzie w gniazdo dla czujnika impulsów /cewki/ wraz z tuleją ekranującą. Korpusy do kołnierzego połączenia z rurociągiem będą spawane. Nie przewiduje się /w początkowej fazie produkcji/ stosowania korpusów odlewanych /w wersji kołnierzowej/. Na przeszkodzie wprowadzeniu odlewów stoi brak w kraju dobrej technologii odlewania /duże nadatki, wżery, pęknięcia itp/. Przewiduje się dwa rodzaje przyłączy korpusów do instalacji:

- przyłącza gwintowe w zakresie średnic 6 - 40 mm
- przyłącza kołnierzowe w zakresie średnic 15 - 150 mm.

3.5.4. Łożyskowanie wirnika

Jednym z ważniejszych czynników decydujących o własnościach metrologicznych przepływomierzy turbinowych jest konstrukcja i dobór materiałów na elementy łożyskowania.

W opracowywanych nowych przepływomierzach poświęca się temu problemowi dużo uwagi.

Wymogi dobrych własności metrologicznych są często sprzeczne z wymogami trwałości i odporności na zanieczyszczenie łożysk.

Przyjmuje się w nowej konstrukcji stosowanie wyłącznie łożysk ślizgowych. Ewentualne zastosowanie, często spotykanych, łożysk kulkowych jest na razie niemożliwe /ze względu na brak w kraju małych łożysk kwasoodpornych/. Łożyska kulkowe dają dobrą czułość /niską dolną granicę pomiaru/ są jednak droższe i droższe jest ich precyzyjne osadzanie w gniazdach.

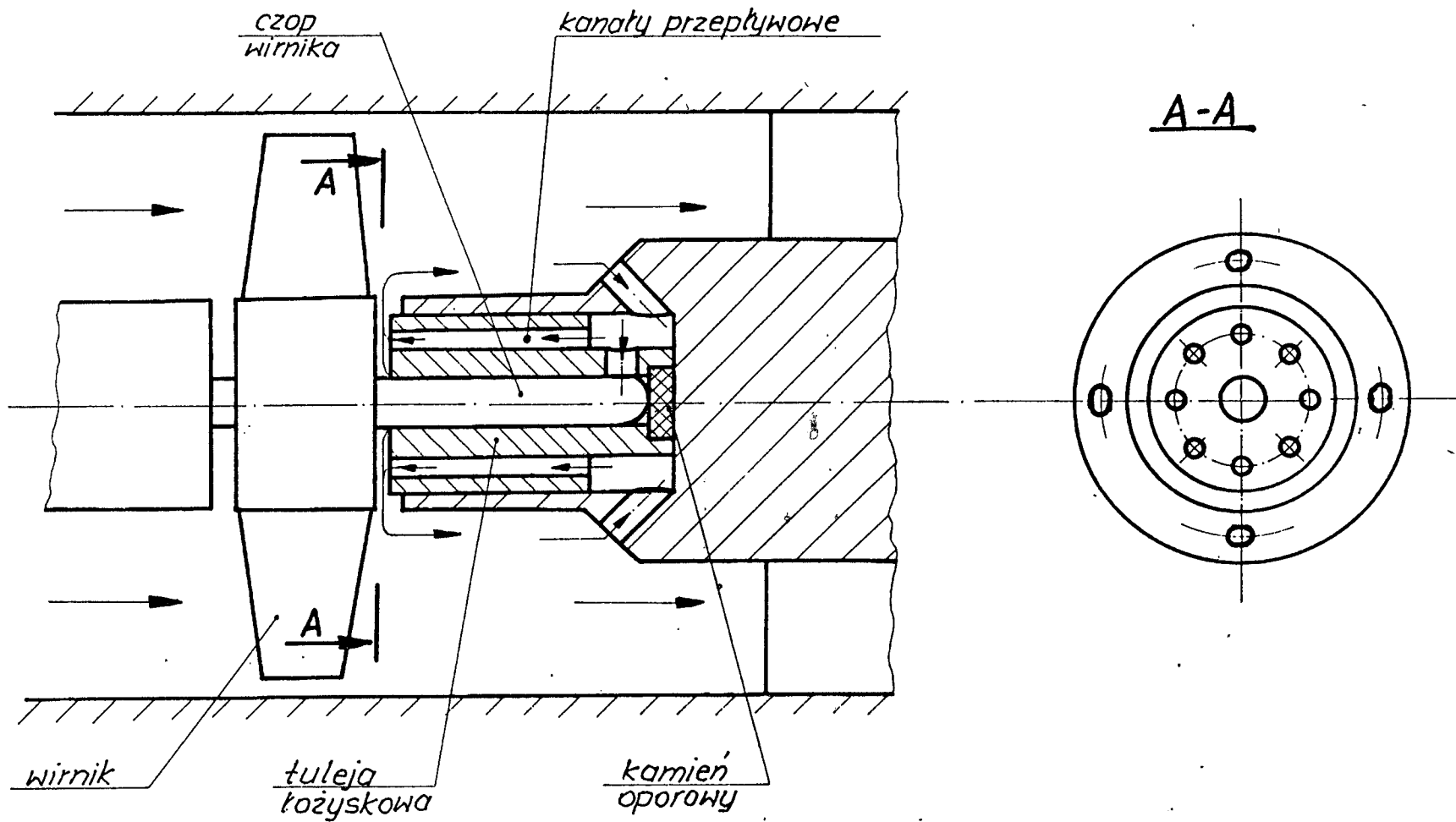
Wg nowej konstrukcji proponuje się dla podwyższenia trwałości następujące przedsięwzięcia:

- wydłużenie czopów wirnika /czynnej długości podparcia wirnika/ do ok. $(7 \div 10) \cdot dn$.
gdzie dn średnica czopa.
Prowadzi to do obniżenia nacisków jednostkowych na powierzchniach współpracujących czopa i tulejki a tym samym zmniejszenia ich zużycia,
- staranne płukanie wnętrza tulejek przez chwytnie części strumienia i tłoczenie go przez tulejkę w kierunku przeciwnym do strumienia głównego. W tym celu w piastach kierownic wykonywane będą specjalne otwory i kanałki,
- częściowe odciążanie poosiowe wirników przez hydrodynamiczne oddziaływanie strumienia w kierunku przeciwnym do przepływu.

Zagadnienie hydrodynamicznego odciążania wirników jest zagadnieniem trudnym, wydaje się, że dotychczas zadowalająco nie rozwiązany, wymagającym dużej ilości badań.

Przyjmuje się na podstawie dotychczasowych doświadczeń, że system odciążenia poosiowego wirników należy stosować głównie w czujnikach większych wymiarów /ponad 50 mm/. W małych czujnikach przy stosowanych powszechnie materiałach naciski w łożysku oporowym nie są duże i odciążenie można pominąć.

Układ otworów do płukania i częściowego odciążenia łożysk przewidziany w nowych czujnikach pokazuje rys. 8



Rys. 8 Proponowany układ ptukania żożysk oraz częściowego odciążenia wirnika

Przewiduje się prowadzenie w dalszych etapach prac nad doskonaleniem sposobów odciążenia hydraulicznego wirników.

- staranny dobór materiałów na czopy, kamienie podporowe i tulejki,
- staranną obróbkę elementów łożyskowania.

3.5.5. Czujnik impulsów - cewka

Czujnik impulsów - cewka służy do przetwarzania obrotów wirującego wraz z wirnikiem trwałego magnesu na ciąg impulsów indukowanych w uzwojeniu cewki.

Czujnik impulsów zawiera uzwojenie cewki nawinięte na karkasie zawierającym miękki magnetycznie rdzeń /permalloy, żelazo Armco. Karkas cewki wraz z uzwojeniem i rdzeniem umieszczony jest w hermetycznej tulei wykonanej z niemagnetycznej stali kwasoodpornej.

Dla zwiększenia odporności na zakłócenia zewnętrzne elektromagnetyczne czujnik impulsów umieszczony będzie w ekranującej tulejce wykonanej z magnetycznej stali kwasoodpornej.

3.5.6. Wzmacniacz wstępny (rys. 6i9)

Wzmacniacz wstępny służy do wzmocnienia naturalnego sygnału wyjściowego z czujnika impulsów do poziomu umożliwiającego przesyłanie go na większe odległości bez obawy zakłóceń polami elektromagnetycznymi, pochodzącymi od pracujących silników, blisko biegnących przewodów energetycznych, urządzeń iskrzących itp.

Płytką drukowaną układu elektronicznego wzmacniacza wstępnego umieszczona będzie w metalowej puszcze zamkniętej hermetycznie.

Puszka wzmacniacza zawierać ponadto będzie listwę łączeniową do podłączenia przewodów.

Puszka nakręcana będzie na tuleję czujnika impulsów.

W przypadku wykonania przepływomierza dla podwyższonych temperatur przewiduje się stosowanie wydłużonej tulei czujnika impulsów oraz radiatorów ułatwiających odprowadzanie ciepła.

3.6. Łączniki czujników - prostki - odcinki pomiarowe

Przyjmuje się, że dla przepływomierzy wykonywanych z błędem pomiaru objętości $\pm 1\%$ niezbędne odcinki proste rurociągu przed i za czujnikiem zapewni użytkownik odpowiednio wykonując instalację wg zaleceń zawartych w instrukcji obsługi producenta.

Przy błędzie pomiaru $\pm 0,4\%$ i niżej producent powinien dostarczać czujnik wraz z prostkami /łącznikami/ /tj. odcinek pomiarowy/ wykonanymi zgodnie z wymaganiami PN-86/M-42363 oraz ISO 2715-1981.

Łączniki dostarczane przez producenta mogą być wykonane z kołnierzami do podłączenia lub z końcówką do wspawania w rurociąg.

Przewiduje się wykonania łączników:

- zwykle - ze stali węglowej - pokrytej powłokami ochronnymi metalowymi.

W wykonaniach zwykłych dopuszczać się będzie wykonanie łączników z mosiądzu:

- kwasoodporne ze stali stopowych, bez pokrycia.

3.7. Filtry i odgaźniki

W przypadku zastosowania przepływomierzy do cieczy zanieczyszczonych i zawierających wtrącenia gazowe, urządzenia do ich filtracji i odgazowania powinien w początkowej fazie produkcji przepływomierzy zapewniać sobie użytkownik wg zaleceń instrukcji użytkownika.

Jednak w dalszych latach powinno się doprowadzić do tego, aby producent z przyrządem pomiarowym dostarczał niezbędny osprzęt jak robi to duża część producentów zagranicznych.

3.8. Materiały na czujniki

Przyjmuje się stosowanie następujących podstawowych materiałów na elementy czujników:

- Korpusy - podstawowym materiałem korpusów będzie stal kwasoodporna austenityczna, niemagnetyczna w gat. 1H18N9 wg PN-71/H-86020.
W czujnikach małych mosiądz do niektórych zastosowań.
- wirniki - stal j.w. /sporadycznie do niektórych zastosowań mosiądz/.
- kierownice - stal j.w. z dopuszczeniem magnetyzmu szczątkowego ~~lub stopy miedzi.~~
- kołnierze - w wykonaniu kwasoodpornym stal 1H18N9T
 - w wykonaniu zwykłym stal węglowa spawalna St3 z powłoką ochronną metalową,
- magnesy - stopy typu Alnico prod. Huty Baildon
- łożyskowanie:
 - czopy - stal H17N2 hartowana do 54HRc
 - węgiel wolframu C 20 prod. Huty Baildon
 - stal 1H18N9T - w wykonaniu o wysokiej odporności chemicznej
- tuleje ślizgowe - teflon /tarflen/ -
 - teflon z grafitem
 - stal 1H18N9T - przy współpracy wyłącznie z czopem z węgla wolframu
 - tworzywo Gnt - grafit z proszkiem brązu
 - produkcja - Zakłady Elektrod Węglowych Nowy Sącz.
- kamienie oporowe - stal H17N2 hartowana i odpuszczona do ok. 50HRc
 - węgiel wolframu H10, G10
 - stal kwasoodporna ON17N4G8 - bez obróbki cieplnej.

04

40

Przewiduje się w etapie III CPBR 7.2. rozpoznanie konstrukcji i własności eksploatacyjnych łożysk wirników ze spieków ceramicznych - tlenek glinu Al_2O_3 . Wymaga to wykonania oprzyrządowania do jego prasowania i spiekania.

W kraju istnieją możliwości wykonania tych prac modelowych i podjęcia produkcji w wyniku pozytywnych badań.

Tlenek glinu charakteryzuje się wysoką twardością równą najlepszym węglikom wolframu, wysoką odpornością na ścieranie i praktycznie nieograniczoną odpornością na ciecze agresywne chemicznie.

Tuleja czujnika impulsów - stal 1H18N9T

ekran cewki - stal H17N2

puszka wzmacniacza -

wstępnego - stop PA2 - PA6
anodowany

3.9. Miernik przepływomierza turbinowego

3.9.1. Budowa i działanie miernika /układ podstawowy/

Miernik przepływomierza turbinowego przetwarza sygnał częstotliwościowy z czujnika na wskazanie objętości cieczy w okresie pomiaru i prądowy sygnał analogowy proporcjonalny do strumienia objętości.

Miernik ma również lokalny wskaźnik strumienia objętości.

Ponadto ma dwa wyjścia sygnałów impulsowych.

- wyjście F gdzie sygnał ma postać ciągu impulsów prostokątnych o częstotliwości sygnału wytwarzanego przez czujnik turbinowy,
- wyjście F/K, gdzie sygnał ma postać impulsów odpowiadających jednostkowej objętości cieczy, która przepłynęła przez czujnik.

Blokowy schemat obwodów miernika przepływomierza przedstawia rys. 9

Sygnal z czujnika turbinowego ma postać napięcia przemiennego o amplitudzie minimalnej, na poziomie 10 mV.

Aby zmniejszyć wpływ zakłóceń sygnał z cewki czujnika jest formowany w postaci impulsów prostokątnych przez wzmacniacz i układ formujący /1/ nabudowany bezpośrednio na czujniku. Wzmacniacz musi być odporny na szeroki zakres temperatur, aby mógł pracować na zewnątrz pomieszczeń oraz przy pomiarze cieczy w wysokiej temperaturze.

Sygnal z układu formującego w postaci ciągu impulsów przekazywany jest przez linię pomiarową do miernika przepływomierza, który może być zlokalizowany w znacznej odległości od czujnika.

Na wejściu miernika włączony jest dyskryminator amplitudy /2/ eliminujący zakłócenia w amplitudzie mniejszej niż sygnał użyteczny.

Impulsy z układu dyskryminatora amplitudy przez wzmacniacz separujący /3/ przekazywane są do wyjścia /oznaczonego na rysunku literą "F"/. Impulsy te mogą być wykorzystane do współpracy z uniwersalnym licznikiem impulsów, przelicznikiem mikroprocesorowym i.t.p.

Równolegle impulsy kierowane są do programowanego dzielnika liczby impulsów /4/, który realizuje podział liczby impulsów przez $K \cdot 10^n$. K oznacza tu stałą przetwarzania miernika równą stałej przetwarzania czujnika turbinowego.

Natomiast n zależne jest od wielkości jednostki zliczania objętości.

Impulsy z dzielnika /4/ są w układzie formującym /6/ przetwarzane na impulsy o stałym czasie trwania i stałej amplitudzie do sterowania liczydłem 6.

Równolegle z dzielnika /4/ impulsy przez wzmacniacz separujący /7/ doprowadzone są do wyjścia "F/K". Impulsy te odpowiadają jednostkowej objętości cieczy, jaka przepływa przez czujnik. Mogą one być wykorzystane do sterowania dodatkowego liczydła zewnętrznego lub do współpracy z innymi układami przeliczającymi, sterującymi lub dozującymi.

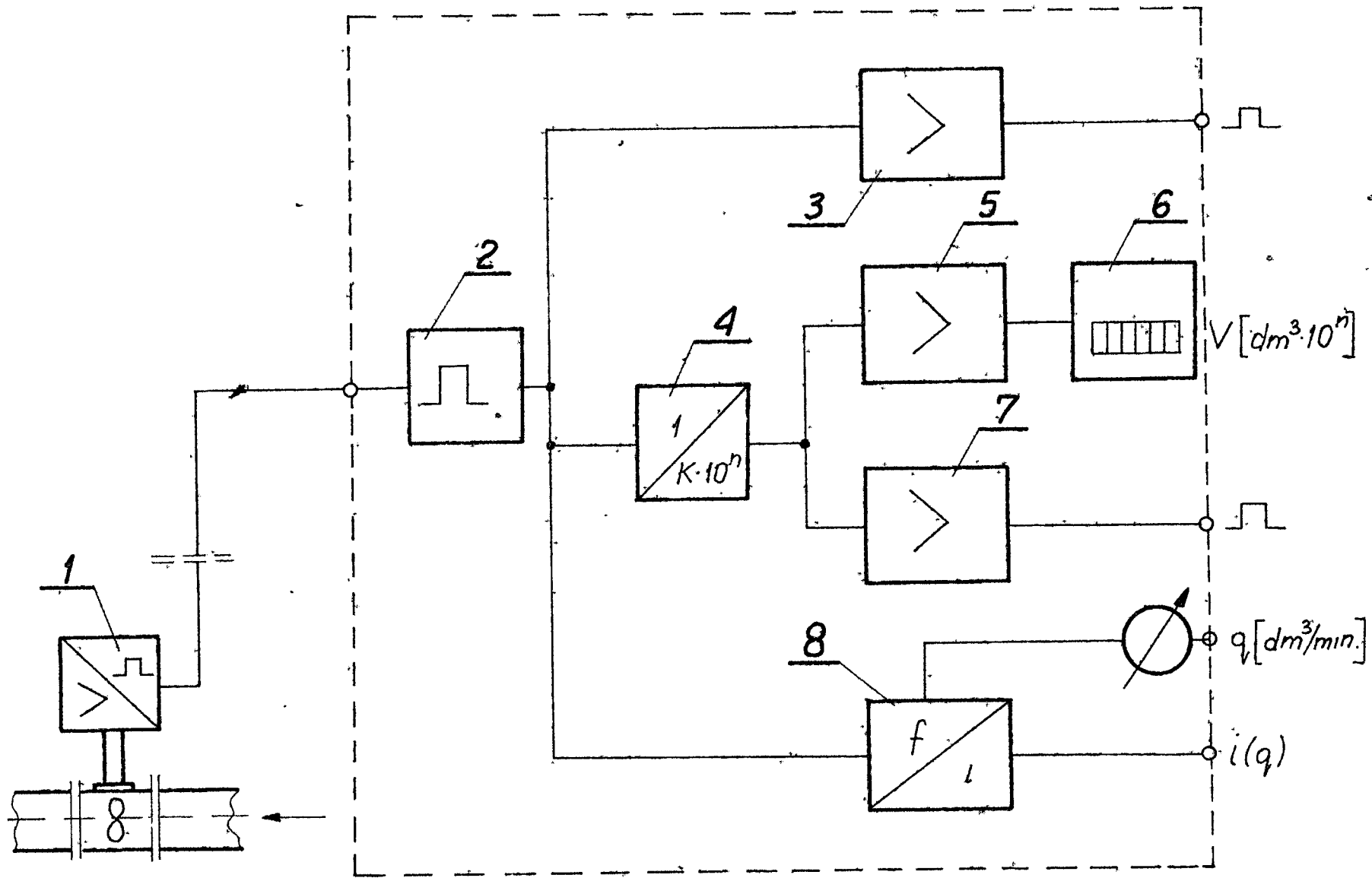


Fig. 9 Schemat blokowy podstawowego miernika
orzełkowomierza turbinowego

Impulsy z układu dyskryminatora amplitudy /2/ są doprowadzone do przetwornika częstotliwość - prąd /8/. Z wyjścia przetwornika częstotliwość - prąd sygnał doprowadzony jest do wyjścia i /9/. Sygnał prądowy jest proporcjonalny do wielkości strumienia objętości przepływającego przez czujnik turbinowy. Sygnał ten może być wykorzystany do pomiaru strumienia objętości lub sterowania w procesach technologicznych.

Z przetwornika /8/ sterowany jest również lokalny wskaźnik strumienia objętości, który może pozwalać na dokładny odczyt strumienia objętości lub orientacyjny bez określania klasy niedokładności.

3.9.2. Zasilanie mierników /przyrządów wtórnych/

Jako podstawowe przewiduje się zasilanie prądem zmiennym $220 \pm \frac{15}{10} \text{ V } 50 \pm 2\text{Hz}$.

Dla przyrządów przewidzianych do instalowania na pojazdach, w warunkach polowych przewiduje się zasilanie prądem stałym 12 V. Wykonanie to należy traktować jako specjalne.

3.9.3. Obudowa mierników

Przyjmuje się typ obudowy tablicowy o wymiarach płyty czołowej 144 x 144.

Podstawowy stopień ochrony obudowy IP54.

3.9.4. Zakres częstotliwości pracy mierników elektronicznych

Przyjmuje się wstępnie, że zakres częstotliwości sygnału wejściowego powinien się mieścić w granicach 5 - 1000 Hz. Zakres ten zostanie uściślony w toku prac modelowych i prototypowych.

114

4. Wstępne wymagania

4.1. Podstawowe dokumenty do opracowania wymagań:

- PN - 86/01-42363 - Liczniki i przepływomierze turbinowe do cieczy - Wymagania i badania
- PN-80/M-42020 - Automatyka i pomiary przemysłowe. Urządzenia. Ogólne wymagania i badania.
- PN-86/E-06600. Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń. Ogólne wymagania i badania.
- Przepisy o przepływomierzach komorowych i odmierzaczach do pomiaru cieczy innych niż woda. Dziennik Urzędowy CUIIM nr 37.
- Normy związane z w/w dokumentami dotyczące wymagań techno-klimatycznych, bezpieczeństwa obsługi itd.
- Norma JS0 - International Standard ISO2715. Liquid Hydrocarbons - Volumetric measurement by turbine meter system.

W opracowaniu wymagań wstępnych uwzględniono zalecenia OIML zawarte w dokumentach.

- I-szy projekt zaleceń "Electronic Devices Incorporated in Measuring Assemblies for Liquids Other Than Water. September 1985.
- International Document. General Requirements For Electronic Measurements. June 1985.

4.2. Pojęcia podstawowe - określenia błędów

- ##### 4.2.1. Współczynnik przetwarzania czujnika turbinowego "k" -
- liczba impulsów wytwarzana przez czujnik turbinowy pod wpływem przepływu jednostki objętości cieczy, przy określonym strumieniu objętości.

4.2.2. Stała przetwarzania czujnika turbinowego

"K" - średnia wartość współczynnika przetwarzania w zakresie obciążeń /strumieni objętości/ czujnika turbinowego.

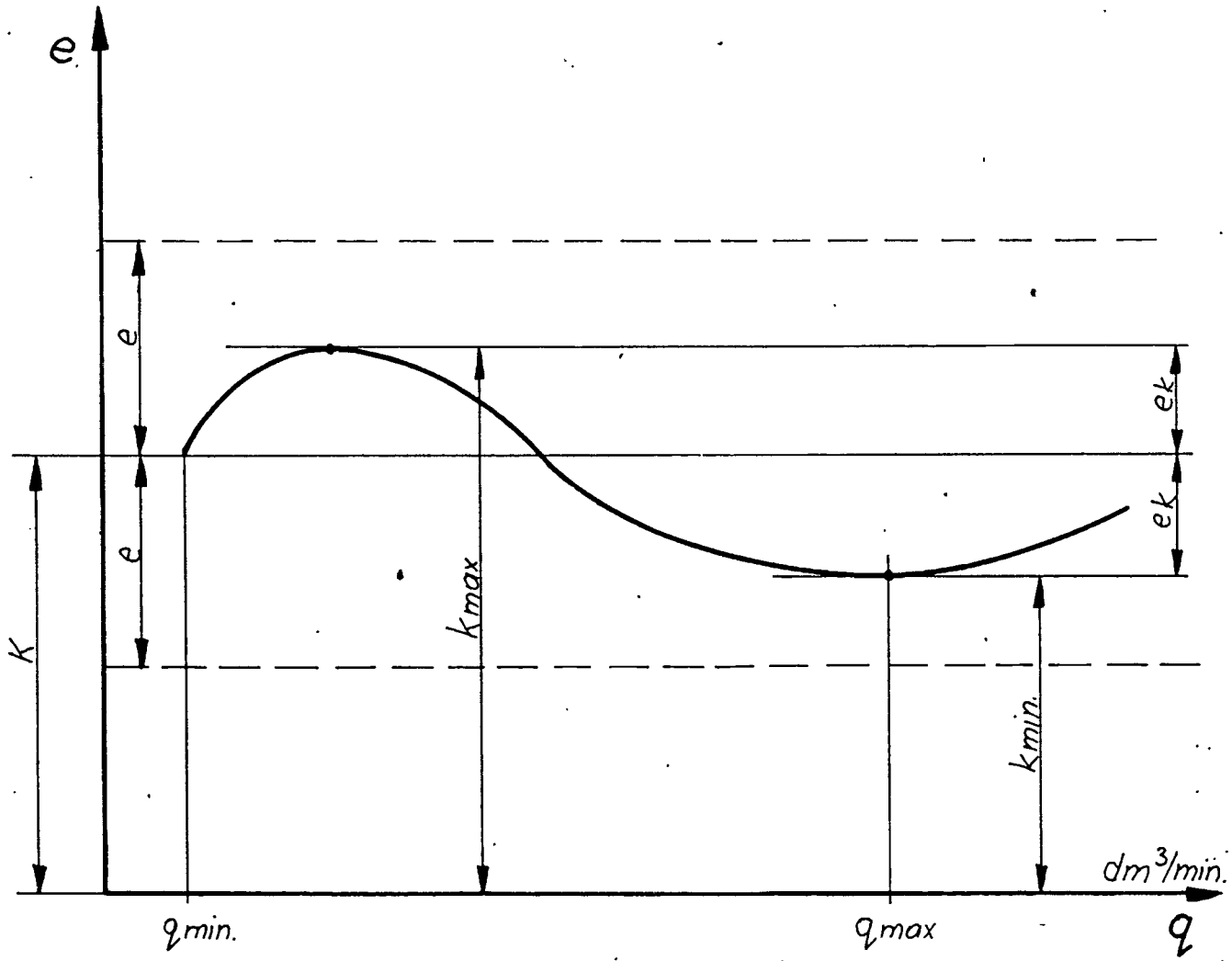
Wartość stałej "K" określa wzór

$$K = \frac{k_{\max} + k_{\min}}{2}$$

4.2.3. Błąd podstawowy ^{"e_K"} względny współczynnika przetwarzania "K" wylicza się ze wzoru:

$$e_K = \frac{K_{\max} - K_{\min}}{2K} \cdot 100 \%$$

Wielkość charakteryzującą krzywą błędów czujnika turbinowego pokazuje rys. 10



Rys. 10

47

4.2.4. Stała miernika elektronicznego

- iloraz liczby impulsów wejściowych do miernika przez liczbę impulsów wyjściowych.

4.2.5. Błąd podstawowy względny sygnału analogowego miernika

$$e_X = \frac{X_i - X}{X_{\max} - X_{\min}} \cdot 100 \%$$

gdzie X_i - zmierzona wartość sygnału analogowego

X - teoretyczna wartość sygnału analogowego odpowiadająca podanej do miernika wartości sygnału wyjściowego,

X_{\max} - teoretyczna wartość sygnału odpowiadająca q_{\max}

X_{\min} - teoretyczna wartość sygnału odpowiadająca q_{\min} .

4.2.6. Zakresowość przepływomierza

$$R = \frac{q_{\max}}{q_{\min}}$$

gdzie q_{\max} - maksymalny strumień objętości /górną granicą zakresu pomiarowego/

q_{\min} - minimalny strumień objętości /dolną granicą zakresu pomiarowego/

4.3. Wymagania metrologiczne

4.3.1. Błędy podstawowe względne współczynnika przetwarzania czujnika turbinowego.

Wybrany wg PN-80/M - 42020 p.2.11. wstępnie przyjmuje się następująco:

- dla wykonania podstawowego

$$e_K \leq \pm 1 \%$$

- dla wykonania o podwyższonej dokładności

$$e_K \leq \pm 0,5 \%$$

- dla wykonań specjalnych wzorcowych

$$e_K \leq 0,4 \% \text{ (ewentualnie } \pm 0,3 \%)$$

Wykonania o różnych podanych wykonaniach dokładnościowych różnić się będą głównie procedurą wzorcowania i ewentualnie selekcją w procesie produkcji.

Ceny na przepływomierze w lepszych klasach będą wyższe niż w klasie podstawowej.

Wykonania w klasie najlepszej mogą mieć ograniczoną zakresowość R, podawaną w materiałach informacyjnych producenta.

- 4.3.2. Błąd podstawowy względny sygnału analogowego miernika

$$e_i \leq \pm 0,6 \%$$

- 4.3.3. Max Błąd dodatkowy temperaturowy sygnału analogowego /od zmian temperatury otoczenia/

$$e_i \leq 0,16 \%/10^\circ\text{C}$$

- 4.3.4. Błąd bezwzględny miernika do pomiaru objętości.

± 1 działka elementarna licznika objętości przy minimalnej liczbie impulsów wejściowych 1000 x działka elementarna.

- 4.3.5. Błąd podstawowy względny kompletnego przepływomierza do pomiaru objętości w zakresie strumienia objętości

$$e \leq \pm e_K \text{ /wg 4.3.1/ } \pm \text{ działka elementarna /wg 4.3.4./}$$

4.3.6. ~~Standardowy~~ Błąd podstawowy względny do pomiaru strumienia objętości kompletnego przepływomierza. Zgodnie z PN-80/M-42020 p.2.1.1. przyjmuje się wstępnie

$$e_v \leq + 2,5 \%$$

Błąd ten składa się z:

- błędu stałej przetwarzania czujnika
- błędu przetwarzania toru analogowego miernika elektronicznego,
- błędu przyrządu końcowego /miliamperomierza tablicowego/.

Możliwe będą mniejsze błędy przepływomierza turbinowego do pomiaru strumienia objętości w przypadku:

- zastosowania dokładnego miliamperomierza /w tym możliwe cyfrowego/,
- selekcji i specjalnego wzorcowania zestawu bloków przepływomierza,
- zastosowania dokładnego czujnika turbinowego,
- ograniczenia zakresowości przepływomierza

4.3.7. Błąd dodatkowy temperaturowy do pomiaru strumienia objętości kompletnego przepływomierza

Wg PN-86/M-42363 tabl. 1

dla klasy dokładności sygnału analogowego 0,6 będzie 0,5 %/10⁰C zmian temperatury otoczenia miernika.

4.4. Podstawowe parametry typoszeregu przepływomierzy turbinowych

4.4.1. Średnice nominalne czujników

Proponuje się następujące średnice nominalne typoszeregu czujników:

Ø 6; Ø 10; Ø 15; Ø 20; Ø 25; Ø 32; Ø 40; Ø 50;
Ø 65, Ø 80; Ø 100; Ø 150 mm.

W pierwszej kolejności powinny być realizowane /opracowane i wdrożone/następujące wielkości: 6 /PT6/; 15 /PT15/; 50 /PT50/; 80 /PT80/ mm.

W przyszłości zależnie od potrzeb możliwe będzie rozszerzenie typoszeregu średnic w kierunku mniejszych wymiarów np 4/5/ mm i większych np. 200 lub 250 mm.

4.4.2. Zakresy pomiarowe strumieni objętości

Wstępnie przyjmuje się orientacyjne strumienie objętości / q_{\min} ; q_{\max} / podane w tabl. 2.

W toku prac badawczych może wystąpić potrzeba ich skorygowania.

Zakresy - te podaje się dla cieczy o parametrach zbliżonych do wody.

4.4.3. Zakresowość

Standardowa zakresowość R powinna być $R \geq 10 : 1$ /przy wzorcowaniu wodą/.

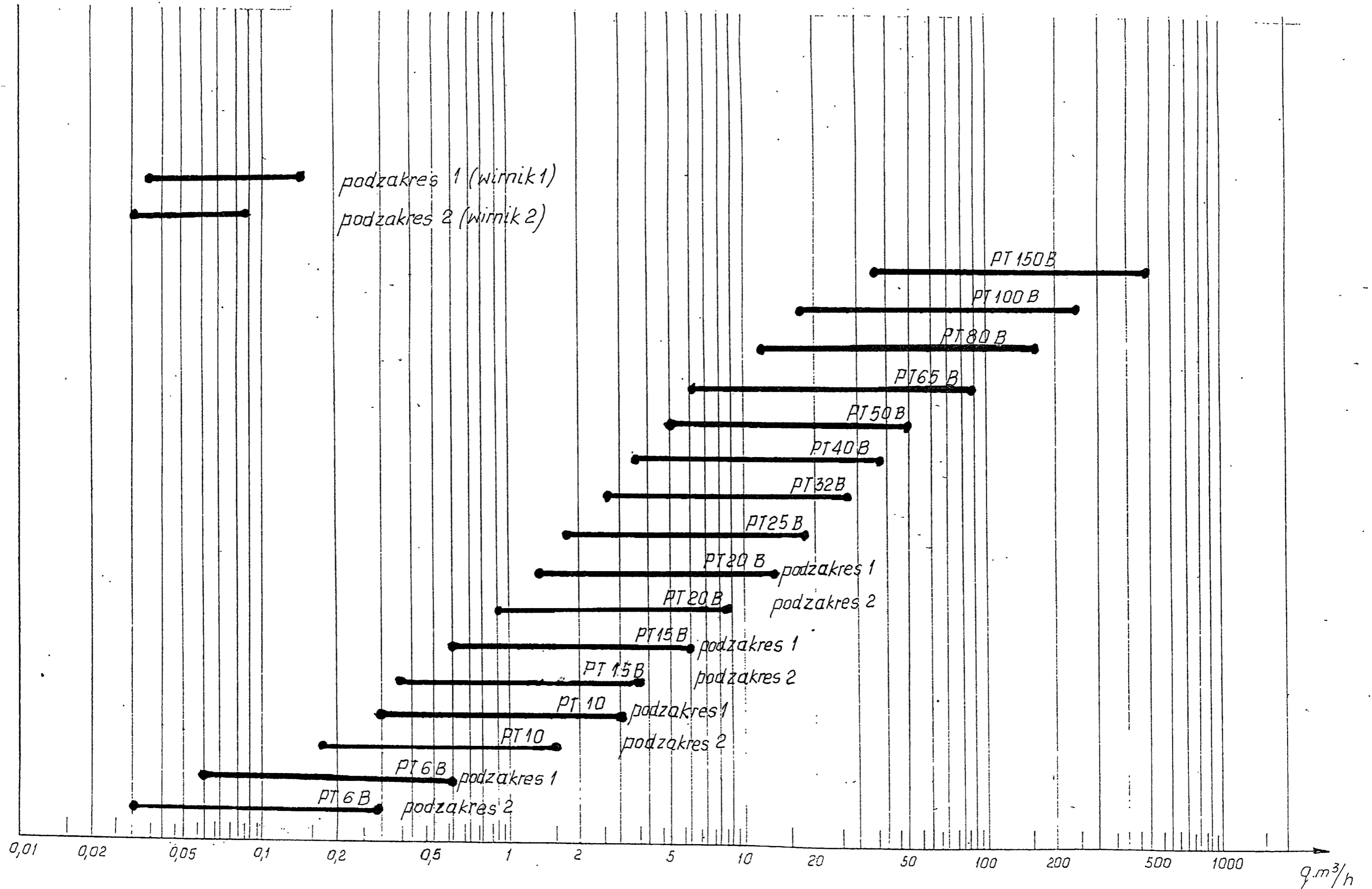
Dla wykonan specjalnych zakresowość może być inna, zależnie od parametrów cieczy mierzonych /lepkość/ i specyficznych potrzeb użytkowników.

TABELA 2

Zakres, pomiarowe strumieni objętości dla nowego
typoszeregu przepływomierzy turbinowych

Oznaczenie	Srednice nominalne mm	q_{min} dm ³ /min	q_{max} dm ³ /min	Uwagi
PT6B	6	1 /1,5/	10 /5/	
PT10B	10	5 /2,5/	50 /20/	
PT15B	15	10 /6/	100 /60/	
PT20B	20	20 /15/	200 /150/	
PT25B	25	30	300	
PT32B	32	35	400	
PT40B	40	55	600	
PT50B	50	80	825	
PT65B	65	100	1500	
PT80B	80	200	2500	
PT100B	100	300	4000	
PT150B	150	600	8000	

Rys.11 Wstępnie proponowany układ zakresów pomiarowych nowych przepływomierzy turbinowych.



4.4.4. Zakres lepkości cieczy mierzonej

Standardowe przepływomierze przeznaczone będą do pomiaru przepływu cieczy o lepkości:

$$\eta = 0,5 \div 5 \text{ mPa}\cdot\text{S}$$

przy czym przepływomierze będą wzorcowane u producenta wodą bez poprawki od lepkości cieczy.

Stosowanie przepływomierzy do cieczy o wyższych lepkościach wymagać będzie wprowadzania poprawek przez wzorcowanie w instalacji, w której będzie pracował przepływomierz z użyciem cieczy rzeczywistej.

Rozwiązanie to należy uważać jako niezadowalające i przejściowe.

Przepływomierze docelowo powinny mieć określone charakterystyki błędów przy różnych lepkościach /przynajmniej do 500 mPa·S/ w pełnych zakresach zmian strumieni objętości.

W tym celu konieczne będzie zbudowanie w PIAP niezbędnych stanowisk badawczych z czujnikiem pomiarowym o zmiennej lepkości.

4.4.5. Zakres temperatur cieczy mierzonej

Standardowe wykonanie przepływomierzy przewiduje się dla cieczy o temperaturze +5 - +90°C

Możliwe będą wykonania przepływomierzy dla cieczy o innych temperaturach. Będą to wykonania specjalne.

Jako skrajne temperatury dla wykonań specjalnych wstępnie przyjmuje się

$$\begin{aligned} & - 200^{\circ}\text{C} \\ & + 150^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

4.4.6. Zakres ciśnień cieczy mierzonych

Standardowe wykonanie przepływomierzy przewiduje się dla ciśnienia roboczego maksymalnego 1,6 MPa.

Możliwe będą wykonania specjalne dla wyższych ciśnień.

4.5. Inne wybrane wymagania

4.5.1. Wymiary nominalne

a/ średnice nominalne czujników

PT6	-	∅ 6 mm
PT10	-	∅ 10 mm
PT15	-	∅ 15 mm
PT20	-	∅ 20 mm
PT25	-	∅ 25 mm
PT32	-	∅ 32 mm
PT40	-	∅ 40 mm
PT50	-	∅ 50 mm
PT65	-	∅ 65 mm
PT80	-	∅ 80 mm
PT100	-	∅ 100 mm
PT150	-	∅ 150 mm

Średnica nominalna czujnika oznacza średnicę wewnętrzną kanału pomiarowego czujnika mierzoną na wlocie /wg dokumentacji/,

b/ wymiary przyłączy gwintowych

wg PN-83/M-02013

c/ wymiary przyłączy kołnierzowych

wg PN-85/M-74306,

d/ pozostałe najważniejsze wymiary /wybrane do sprawdzenia w badaniach pełnych i niepełnych/ wg dokumentacji i normy przedmiotowej.

4.5.2. Materiały. Wg dokumentacji i normy przedmiotowej

4.5.3. Szczelność i wytrzymałość na nadciśnienie

Czujnik powinien być szczelny i wytrzymały na nadciśnienie próbne nie niższe niż 150 % ciśnienia roboczego /nominalnego/ wg PN-81/H-02650.

4.5.4. Strata ciśnienia

Strata ciśnienia w obrębie czujnika nie powinna być większa niż 50 kPa przy q_{max} i wodzie jako czynnika pomiarowym.

4.5.5. Wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi

a/ Stopień ochrony obudowy czujnika turbinowego i czujnika impulsów ze wzmacniaczem wstępnym powinien być nie niższy niż IP 54 wg PN-79/E-02650

b/ Stopień ochrony obudowy miernika w wykonaniu standardowym powinien być nie niższy niż IP54 wg w/w normy.
W wykonaniach specjalnych dopuszcza się inne stopnie ochrony zależnie od warunków lokalizacji.

c/ Inne wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi.

W warunkach rzeczywistych w krajowej cieci 220 V/380V istnieją duże różnice między potencjałem ziemi, a potencjałem "zera".

Ponieważ rurociągi w większości przypadków są związane z potencjałem ziemi to dla zmniejszenia wpływu zakłóceń obudowa miernika też powinna być wyposażona w pomiarowy zacisk uziemiający.

W takich warunkach nie można zastosować "zerowania" ponieważ spowodowałoby to przepływ prądów wyrównawczych. Dlatego dla zapewnienia bezpieczeństwa obsługi w warunkach niebezpiecznych należy spełnić wymagania II klasy ochronności wg PN-84/T-06500/05.

W szczególności powinny być spełnione następujące wymagania:

- izolacja elektryczna powinna wytrzymać napięcie probiercze 3 kV /zgodnie z p.3.5.7.2/ w/w normy/.
- miernik powinien mieć trwałe oznaczenie symbolu II klasy ochronności,

- rezystancja izolacji między zwartymi obwodami grupy A, a wszystkimi obwodami dostępnymi z zewnątrz i obudową powinna być przy napięciu 500 V, nie mniejsza niż $2 M\Omega$ zgodnie z p.3.5.7.1. w/w normy.

Pozostałe wymagania dotyczące bezpieczeństwa obsługi wg punktów:

- 3.5.3.1. - 3.5.3.2 - 3.5.3.4 - 3.5.3.7 - 3.5.5.1 - 3.5.5.2 - 3.5.5.3 - 3.5.5.4 - 3.5.5.5 - 3.8.10 - 3.9.2 - 3.11.3 - 3.11.4 w/w normy.

Szczegółowe wymagania i opis badań zostanie ujęty w normie przedmiotowej.

4.5.6. Wymagania dotyczące odporności na zakłócenia elektromagnetyczne miernika /przepływomierza/ określa się

wg PN-86/E-0660, przyjmując wykonanie przyrządu w grupie W2 /urządzenia o podwyższonej odporności/.

Miernik i kompletny przepływomierz szczególnie powinny spełniać następujące wymagania dotyczące odporności na zakłócenia:

- odporność na zakłócenia nanaosekundowe o poziomie 2 kV
 - wg tabl. 5 p.1c /dla grupy W2./
 - opis badania wg p.4.4.3.2.
- odporność na zakłócenia impulsowe dużej energii o poziomie 2 kV wg tabl.5 p.1.c /dla grupy W2/
 - Opis badania wg p.4.4.3.2.,
- odporność na dynamiczne zmiany napięcia zasilania w tym zanik napięcia przez 20 mS
 - Wymagania wg tabl. 5 p.1.g
 - Opis badań wg 4.4.3.6,
- odporność na wyładowania elektryczności statycznej ESD na poziomie W2 tj 4 kV wg tablicy Z8-1.
 - Badania wg p.4.4.3.7.
- odporność na pole magnetyczne o częstotliwości sieci i natężeniu 400.A/m.
 - Opis badania wg p.4.4.3.9.

4.5.7. Wymagania dotyczące przepływomierza w wykonaniu iskrobezpiecznym wg PN-84/E-08107.

Przyjmuje się jako podstawową grupę iskrobezpieczeństwa Ex-IIJ-IIc. W grupie tej czujnik turbinowy może znajdować się w strefie zagrożonej. Miernik /przyrząd wtórny/ w strefie bezpiecznej.

Przewiduje się dwa warianty uzyskania iskrobezpieczeństwa układu pomiarowego:

- zastosowanie bariery ochronnej,
- opracowanie układu elektronicznego spełniającego wymagania grupy.

4.5.8. Odporność miernika na działanie temperatury otoczenia.

Przyjmuje się wstępnie dla mierników wg PN-80/M-42020 tabl.3 lokalizację C_x dla wykonania standardowego.

W grupie tej miernik powinien spełniać wymagania metrologiczne w temperaturach - 10 - + 50°C

w wilgotności 5 - 100 % z kondensacją.

4.6. Pozostałe wymagania

Pozostałe wymagania wg PN-86/M-42363 z uwzględnieniem wybranych wymagań zawartych w "Przepisach o przepływomierzach" komorowych i odmierzaczach do pomiaru cieczy innych niż woda". Dziennik Urzędowy CUIIM Nr 37.

W niniejszym opracowaniu przedstawiono wybrane najważniejsze wymagania dla nowego systemu pomiarowego przepływomierzy turbinowych.

Szczegółowe kompletne wymagania i programy badań opracowane będą w normie przedmiotowej /zakładowej/ w toku prac modelowych i prototypowych.

5. Perspektywny program rozwoju przepływomierz, turbinowych

W dalszych latach /91 - 95/ powinny zostać rozwiązane następujące problemy rozwojowe nad przepływomierzami turbinowymi:

- opracowanie systemu pomiaru masy cieczy przez zastosowanie korekcji od gęstości /lub temperatury/ i zastosowanie do tego celu przelicznika mikroprocesorowego. w tym celu powinien być między innymi opracowany nowoczesny wysokiej klasy błędnościomierz wibracyjny /rezonatorowy/;
- opracowanie elektronicznego miernika z linearyzacją krzywej błędów czujnika turbinowego;
- opracowanie typoszeregu filtrów /w tym w wykonaniu kwasoodpornym/;
- opracowanie typoszeregu kwasoodpornych zaworów elektromagnetycznych dla systemów automatycznego dozowania;
- dalsze prace modernizacyjne dla potanienia produkcji i podniesienia dokładności i trwałości;
- opracowanie typoszeregu odgaźników dla mierzonych cieczy;
- rozwiązanie problemu badania wpływu lepkości przez budowę niezbędnych stanowisk w PIAP.

Cz - II

ZAŁOŻENIA Techniczno - Ekonomiczne

1. Przedmiot opracowania, przeznaczenie, charakterystyki techniczne, koncepcję rozwiązań konstrukcyjnych oraz wstępne wymagania przedstawiono w części I - sprawozdania.
2. Analiza potrzeb rynkowych na przepływomierze turbinowe

Przepływomierze turbinowe w kraju znajdują zastosowanie w następujących głównych dziedzinach przemysłu i gospodarki:

a/ przemysł chemiczny do pomiaru przepływu w procesach technologicznych oraz do kontroli zużycia i bilansowania różnych ciekłych surowców produktów chemicznych takich jak np.:

- wszelkie rozpuszczalniki
- ciekły amoniak
- formaliny
- fenole
- alkohole - metylowy, butylowy
- anilina
- benzyny
- benzole
- ługi sodowe
- chlorobenzeny
- kwasy organiczne i nieorganiczne w różnych stężeniach
- woda gorąca w instalacjach technologicznych
- woda zdemineralizowana lub z różnymi dodatkami do celów technologicznych
- gliceryny
- gazy skroplone np. freon - propanbutan, ciekły tlen, azot
- ciekła siarka i pochodne związki oraz wiele innych cieczy

b/ przemysł petrochemiczny i gospodarka paliwami, pomiary takich cieczy jak:

- benzyny
- oleje napędowe
- oleje smarowe
- gorący mazut itp.

c/ przemysł maszynowy, laboratoria, stacje prób, w których występuje zapotrzebowanie na wzorcowe przepływomierze do stanowisk kontrolnych i badawczych, na stacjach prób, w OBR-ach i Zakładach Doświadczalnych organizowanych przez różnych wytwórców do takich celów jak:

- sprawdzanie charakterystyk armatury /zawory, prostki, łączniki itp./
- sprawdzanie charakterystyk pomp wodnych, olejowych i innych
- sprawdzanie różnych przepływomierzy w toku napraw i eksploatacji.

Wychodząc z w/w potencjalnych dziedzin zastosowania oraz uwzględniając dotychczasowe rozeznanie PIAP uzyskane w toku dotychczasowej jednostkowej produkcji i związane z tym zainteresowanie krajowych klientów wyrażające się dużą liczbą zapytań szacuje się, że docelowo produkcja przepływomierzy turbinowych powinna sięgać ok. 1000 kpl. rocznie.

3. Ocena możliwości eksportu

Nowoczesne przepływomierze turbinowe mieć będą poważne szanse na wysoko opłacalny eksport zarówno do strefy I jak i II-giej. Wynika to z następujących czynników:

- brak poważnej konkurencyjnej produkcji tego typu przyrządów w krajach RWPG.

Jedynym producentem licencyjnych przepływomierzy turbinowych jest WRL, które jednak kieruje głównie swoje przepływomierze do II - strefy co wynika z powiązań z licencjodawcą.

Powoduje to, że przepływomierze turbinowe węgierskie są trudno dostępne i okres dostaw jest długi.

- wysokie ceny przepływomierzy na rynkach światowych, co hamuje import do krajów RWPG.
- niski koszt robocizny w PRL pozwala na rozwinięcie kooperacji w postaci dostaw zespołów /czujników/ do firm zachodnich /w PIAP zapoczątkowano taką współpracę w latach ubiegłych z firmą Sappel Francja. Rozwinięcie takiej współpracy wymaga posiadania nowoczesnej konstrukcji przepływomierzy, przy wysokiej jakości produkcji oraz sprawnej akwizycji/.

- Dużym potencjalnym rynkiem zbytu mogą być takie kraje jak:
 - Chiny
 - kraje arabskie
 - kraje Środkowej Ameryki /Meksyk, Wenezuela/.

Na tych rynkach konkurować można będzie głównie niższą ceną i rozliczeniami we wzajemnych dostawach.

Ostrożnie licząc przy spełnieniu warunków jakościowych, cenowych i sprawnej akwizycji i serwisie docelowa produkcja może ulec poważnemu zwiększeniu. PIAP sporadycznie wykonuje niewielkie ilości /np. Chiny/ na eksport związany ze sprzedawanymi obiektami przemysłowymi.

4. Wykonawca

a/ Modeli

Wykonawcą modeli będzie PIAP przy rozkooperowaniu wykonawstwa głównie czujników /w tym, w spółkach Rzemieślniczych/

b/ Prototypów

Prototypy do badań pełnych zostaną wykonane w kooperacji ze Spółką Rzemieślniczą Elektrotechnika Telbid w Nasielsku

c/ Serii próbnej i pierwszych partii produkcyjnych PIAP - Dział Produkcji Doświadczalnej i Małoseryjnej - WP.

Przewiduje się docelowo oprócz w PIAP rozwinięcie produkcji w innym Zakładzie. Wstępnie rozważa się uruchomienie tej dodatkowej produkcji przepływomierzy turbinowych w w/w Spółce Rzemieślniczej "TELBID".

Konieczność tego wynika z małych możliwości produkcyjnych w PIAP. W PIAP wykonywane byłyby głównie partie i sztuki w wykonaniach nietypowych /specjalizowanych/.

5. Potrzeby materiałowe z importu

W zasadzie w produkcji przepływomierzy turbinowych nie przewiduje się importu bezpośredniego materiałów i podzespołów zarówno z KK, jak i KS.

Wyjątkiem mogą być liczniki elektroniczne typ ZL241 /ZL242/, produkcji f-my MassiNRD dotychczas importowane w niewielkich ilościach.

Wobec trudności stawianych w dostawach przez NRD - konieczne jest uruchomienie produkcji tego typu liczników w kraju dla potrzeb całej gospodarki. Prace przygotowawcze w ramach CPBR celem rozwiązania tego problemu podjęto w PIAP.

Ponieważ jednak opracowanie produkcji liczników w kraju może potrwać szereg lat należy się liczyć z przejściowym importem. Do materiałów, w które wchodzi komponenty importowane należą:

- stале kwasoodporne /nikiel, chrom, tytan/
- tworzywa typu teflon
- węgliki wolframu

Materiały te produkowane są w kraju.

Z w/w powodów bardzo pożądane będzie rozwinięcie eksportu przepływomierzy dla pozyskiwania środków na ewentualne wsady dewizowe.

6. Wstępna analiza ekonomiczna.

6.1. Nakłady na prace badawczo-rozwojowe B + R

Nakłady na prace badawczo-rozwojowe w etapie II-CPBR kier.7,2 temat - obejmuje prace modelowe i prototypowe pierwszych 4-ech wielkości typoszeregu realizowanych do 89.03.30 wynoszą 30,4mln. Koszt w etapie III kierunek 7.2 rad pozostałym pełnym typoszeregiem przepływomierzy do roku 1990 szacuje się na ok. 40 mln.zł. Razem koszt prac B + R /wg cbr 1988/ szacuje się na 70,4 mln.zł,

6.2. Nakłady na prace wdrożeniowe /uruchomienie produkcji/

Nie przewiduje się poważniejszych nakładów na wyposażenie producentów w specjalnie przeznaczone do produkcji przepływomierzy turbinowych maszyny i urządzenia oraz pomieszczenia. Uzasadnione jest to specyfiką problemu, gdzie występuje stosunkowo nieduża skala produkcji różnorodność wielkości, typów, odmian zależnych od wielkiej różnorodności problemów pomiarowych przepływu występujących w przemyśle.

W początkowej fazie produkcji bazować się będzie na maszynach i urządzeniach uniwersalnych i nakłady wdrożeniowe ograniczą się do wykonania niezbędnego wybranego podstawowego oprzyrządowania technologicznego, które może być wykonane ze środków własnych producenta.

W przypadku perspektyw szerszego rozwinięcia produkcji sprawa dofinansowania producenta będzie aktualna. Chodzi tu szczególnie o ewentualną budowę Stacji Prób u wytwórcy.

Wstępnie zakłada się, że w początkowej fazie produkcji wzerco-
wanie i niektóre inne czynności związane z obsługą produkcji
/kompletacja/ dokonywane będą w laboratorium przepływowym PIAP.
Laboratorium to niestety jest już przestarzałe i wymaga prze-
budowy w kierunku:

- usprawnienia obsługi, zwiększenia tempa badań
- podniesienia dokładności pomiarów
- stabilizacji parametrów cieczy w stanowiskach /temperatura,
ciśnienie/
- automatyzacji i komputeryzacji pomiarów

Problem bazy pomiarowej opracowań i obsługi produkcji prze-
pływomierzy jest szerszym odrębnym zagadnieniem, które powinno
być rozwiązane w ramach CPBR.

W związku z powyższym do oceny efektywności przedsięwzięcia nie
przyjmuje się nakładów wdrożeniowych /W/.

6.3. Analiza opłacalności produkcji - oszacowanie okresu zwrotu układów

Przedstawioną niżej analizę oparto na następujących założeniach:

- przyjęto wielkość produkcji w latach
 - 1990 - 200 kpl. przepływomierzy
 - 1991 - 800 kpl. przepływomierzy
 - 1992 - 1000 kpl. przepływomierzy
 - 1993 - 1000 kpl. przepływomierzy
 - 1994 - 1000 kpl. przepływomierzy
- koszty produkcji obliczono przyjmując średni koszt roboczo-
godziny wg aktualnych stawek w PIAP
- pracochłonność wykonania szacowano w oparciu o własne roze-
znanie związane z kontaktami z dotychczasowymi producentami
tego typu przepływomierzy oraz producentami przyrządów pomia-
rowych wykazujących podobieństwo technologiczne.

6.3.1. Czacowanie kosztu własnego wyrobu

Koszt ten oblicza się ze wzoru:

$$K = \frac{k_1 + k_2}{p} + r + m/zł/szt/$$

gdzie:

- k_1 - koszt opracowania wyrobu
- k_2 - koszt uruchomienia produkcji
- r - koszt robocizny na 1 szt. wyrobu
- m - koszty materiałów i elementów handlowych
- p - średnia wielkość produkcji w okresie osiągnięcia docelowej wielkości produkcji

wg. p. 6.1.:

nakłady na B+R wyniosą $k_1 = 70,4$ mln. zł.

a wg. 6.2.

nakłady na uruchomienie produkcji $k_2 = 0$

Koszt robocizny na 1 szt. wyrobie

$$r = n \cdot k_3$$

gdzie :

- n - liczba roboczogodzin za szt.
- k_3 - koszt roboczogodziny = 2300 zł.

Na podstawie dotychczasowego doświadczenia z wykonawcami przyjmuje się średnie pracochłonności jak niżej:

dla czujnika 35 r.g.

dla miernika 16 r.g.

dla łączników 8 r.g.

razem: 59 r.g.

w zaokrągleniu 60 r.g.

Oczywiście pracochłonności czujników o wymiarach od 80mm wzwyż będą znacznie wyższe jednak udział tych czujników w całkowitej liczbie produkowanych będzie coraz mniejszy.

W produkcji dominować będą czujniki małe w zakresie $\phi - 32mm$ /ev. 50mm/ o znacznie niższej pracochłonności.

Oczywiście przyjmowana pracochłonność zostanie zweryfikowana przy szczegółowych kalkulacjach.

Dodatkowym czynnikiem wpływającym na pracochłonność będą rozwiązania konstrukcyjne wyrobu. Przewiduje się realizację konstrukcji pod kątem minimalizacji kosztów produkcji.

Biorąc w/w składniki koszt robocizny na 1 szt. wyniesie:

$$r = 60 \cdot 2300 = 138400 \text{ zł.}$$

koszty materiałowe wg cen r:1988 przyjmuje się:

$$m = 35000 \text{ zł/szt}$$

średnioroczna wielkość produkcji wyniesie:

$$p = \frac{200 + 800 + 1000}{3} = 670 \text{ szt/rok}$$

Stąd koszt własny przepływomierza:

$$K = \frac{70.400000}{670} + 138400 + 35000 = 105000 + 138400 + 35000 \\ = 278400 \text{ zł/szt}$$

przy założeniu 20% zysku cena zbytu wyrobu wyniesie:

$$Q = 1,2 \cdot K = 1,2 \cdot 278400 = 334000 \text{ zł/szt}$$

Okres zwrotu nakładów wyniesie:

$$T_o = \frac{K + pp}{Ew}$$

gdzie:

$K + pp$ - koszt technicznego przygotowania produkcji

$K + pp = k_1 + k_2 = 70,4 \text{ mln. zł.}$

Ew - efekty wdrożeniowe jednoroczne średnie przy zysku 20%

Zysk na jednej sztuce będzie 56800 zł.

Stąd $Ew = 56000 \cdot 670 = 37500000 \text{ zł/rok}$

Okres zwrotu nakładów wyniesie:

$$T_o = \frac{70,4}{37,5} = 1,85 \text{ roku}$$

7. Wstępne rozeznanie patentowe

W toku wstępnych ^{prac} nad tematem przejrzano patenty krajowe zawarte w klasie G01F. Pomiar objętości, przepływu objętościowego, przepływu masowego lub poziomu cieczy. Pomiary z wykorzystaniem własności objętościowych płynów w tym szczególnie w podklasach:

- 1/00 - pomiar masowego natężenia przepływu lub objętościowego natężenia przepływu cieczy lub materiału stałego zdolnego do płynięcia, przy czym ciecz płynie stale strumieniem przez przyrząd.
- 1/06 - z wirującymi skrzydełkami o stycznym zasilaniu
- 1/075... - z magnetycznym lub elektromagnetycznym sprzężeniem z przyrządem wskazującym
- 1/08... - urządzenia do regulacji, korekty lub kompensacji
- 1/10... - z wirującymi skrzydełkami o zasilaniu osiowym
- 1/11... - z mechanicznym sprzężeniem z przyrządem wskazującym
- 1/115... - z magnetycznym lub elektromagnetycznym sprzężeniem z przyrządem wskazującym
- 1/12... - urządzenia do regulacji, korekty lub kompensacji
- 1/36... - pośrednie przepływomierze masowe, np. przez pomiar objętości przepływu i gęstości, temperatury lub ciśnienia
- 1/90... - z miernikiem wypórowym lub licznikiem turbinowym do określenia przepływu objętościowego.

Ponadto przejrzano patenty w klasie G01F "Pomiar prędkości liniowych, lub kątowych, przyspieszeń, opóźnień lub udarów, wskazania istnienia, braku lub kierunku ruchu".

Nie natrafiono dotychczas na patenty, które stwarzałyby zagrożenia dla rozwiązań konstrukcyjnych nowych przepływomierzy turbinowych, na terenie kraju. W toku dalszych prac przewiduje się bieżące śledzenie stanu techniki w patentach w zbiorach patentowych w U.F. PRL w tym na terenie takich krajów jak:

- Anglia
- USA
- Francja
- RFN
- ZSRR

W etapie III przewiduje się przeprowadzenie badania czystości patentowej na terenie PRL. W przypadku pojawienia się możliwości eksportowych niezbędne będzie przeprowadzenie badań czystości patentowych na terenie kraju przewidywanego eksportu w zbiorach patentowych w Berlinie lub w Moskwie, gdzie jedynie są kompletne zbiory patentowe.

Na wybrane rozwiązania konstrukcyjne mierników i czujników turbinowych przewidziane do wykorzystania w pracy złożono własne zgłoszenia patentowe. Formalne załatwienie ich jest w toku.

8. Harmonogram realizacji tematu CPBR 7.2

Przepływomierze turbinowe

Etap II

Pkt. kontr. 1 Opracowanie systemu pomiarowego i wstępnych wymagań typoszeregu czujników turbinowych i mierników elektronicznych /zakresy, wielkości czujników, zakresy pomiarowe, wersje, odmiany/
termin: 1988.06.30

Pkt. kontr. 2 Opracowanie budowa i badania laboratoryjne pierwszych wybranych wielkości typoszeregu czujników / FT6; PT15; FT50; PT30/
termin: 1988.10.30

Pkt. kontr. 3 Opracowanie budowa i badania laboratoryjne mierników elektronicznych - zestaw podstawowy /sumujące - wskazujący/
termin: 1988.12.30

Pkt. kontr. 4 Zmiany i poprawki, budowa prototypów. Badania pełne pierwszych wielkości /z miernikami elektronicznymi/
wstępna umowa wdrożeniowa.
termin: 1989.02.27

Etap III

Pkt. kontr. 5 Dokumentacja techniczna do produkcji pierwszych wielkości /PT6, PT15; PT50; PT80/

Pkt. kontr. 6 Opracowanie, budowa i badania laboratoryjne mierników dozujących
termin: 1989.09.30

Pkt. kontr. 7 Opracowanie, budowa i badania pozostałych wielkości typoszeregu /8 wielkości - PT10; PT20; PT25; PT32; PT40; PT65; PT100; PT150/
termin: 1990.12.15

Szczegółowy plan prac w Etapie III CPBR kier. 7.2 dla poszczególnych punktów kontrolnych opracowany zostanie po zakończeniu Etapu II - pkt.kontr. 4.

W zakres prac w tym etapie wejdą między innymi następujące zagadnienia merytoryczne:

- opracowania i badania modeli i prototypów dla pozostałych czujników
- opracowania pozostałych odmian mierników
- uzupełniające badania pełne
- uzyskanie atestów iskrobezpieczeństwa
- opracowanie norm, przepisów, wymagań dokumentacji ofertowej, instrukcji obsługi itp.
- współpraca przy produkcji pierwszych serii produkcyjnych
- ewentualnie zostanie podjęta próba zbudowania modelu przepływomierza z zastosowaniem mikroprocesora dla korygowania krzywej błędów i ewentualnie korekcji zmian gęstości.

9. Wnioski i uwagi końcowe

Jak wykazuje przeprowadzony rachunek ekonomiczny realizacja tematu "Przepływomierze turbinowe" poprzez opracowanie i wdrożenie do produkcji typoszeregu przepływomierzy turbinowych zapewnia dobrą opłacalność, krótki okres zwrotu nakładów. Jest opracowaniem antyimportowym i zdecydowanie proeksportowym. Przyczynia się do rozwiązania problemów pomiarowych w gospodarce krajowej. Praca przynosi oryginalne rozwiązania konstrukcyjne o zdolności patentowej.

Opracowany w pracy koszt jednostkowy i cena zbytu są poniżej cen światowych /przepływomierz' średniej wielkości - 50mm kosztował w latach 86 - 87 1200 ± 1500 dol. USA/.

Przyjmując aktualny przelicznik /czerwiec 88/ 430 zł/dol. otrzymujemy dewizową cenę zbytu :

$$\frac{334000}{430} \quad 823 \text{ dol.USA/szt.}$$

Jest to cena zapewniająca dużą zdolność konkurencji z wyrobami innych firm światowych.

Dla ewentualnego obniżenia ceny przepływomierzy na rynku krajowym a tym samym dla szerszego ich rozpowszechnienia sugeruje się w wyliczeniu składników jednostkowych kosztów produkcji udział opracowania rozłożyć na większą liczbę wyrobów /dłuższy okres zwrotu nakładów/.

71

Cz. III Z A P A C Z N I K I

Z A Ł A C Z N I K I

1. Plansza ilustrująca dane i rolę różnych typów przepływomierzy.
2. Przykładowy wykaz cieczy mierzonych przepływomierzami turbino-
wymi.
3. Wpływ lepkości na charakterystykę czujnika
4. Wpływ lepkości na charakterystykę czujnika
5. System pomiarowy paliw wg. ISO 2715
6. Typoszereg czujników f-my Sinens
7. Typoszereg czujników f-my Lee- Dickinson
8. Zestaw mierników f-my Lee- Dickinson
9. Typoszereg czujników f-my Tylor
10. Typoszereg czujników f-my Tylor
11. System pomiarowy przepływomierzy f-my Rhodes
12. Typoszereg czujników f-my Kent
13. Czujniki f-my Brooks
14. Typoszereg czujników f-my Bestobell Meterflow
15. Przepływomierze f-my Fluidyne
16. Typoszereg czujników f-my Electronic Flow Meter
17. Tablica doboru łożyskowania f-my Kent
18. Czujniki impulsów f-my Bestobell - Meterflow
19. Czujniki f-my ACT - Hydrill
20. Konstrukcja czujnika f-my Brooks z ograniczonym wpływem
lepkości

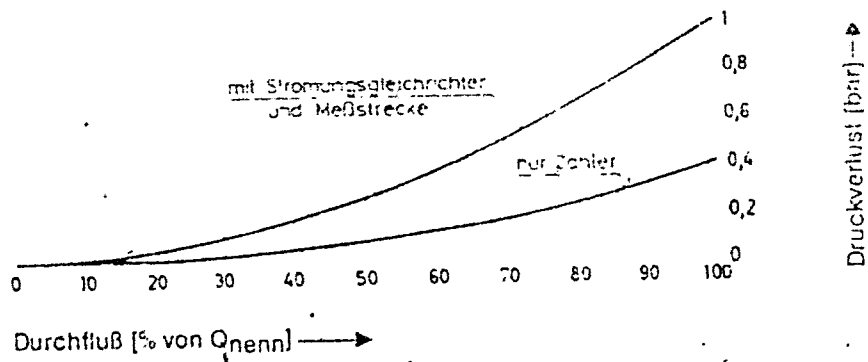
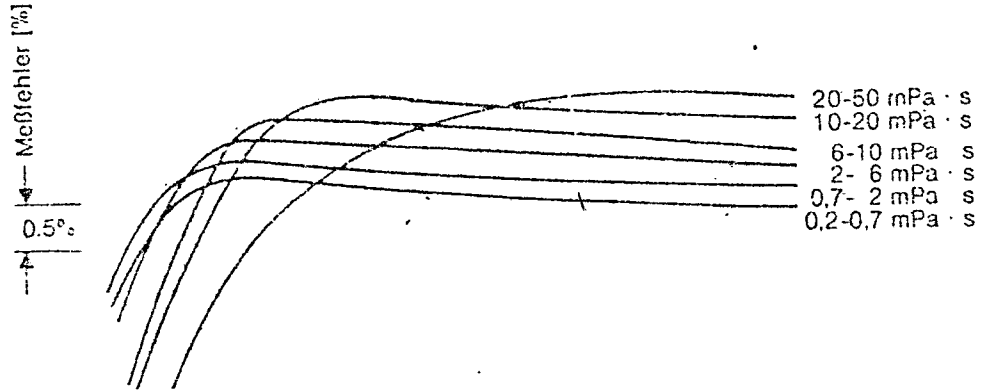
MATERIAL / FLUID COMPATIBILITY CHART



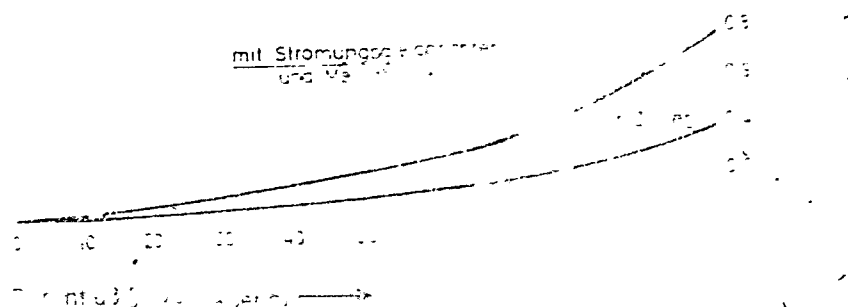
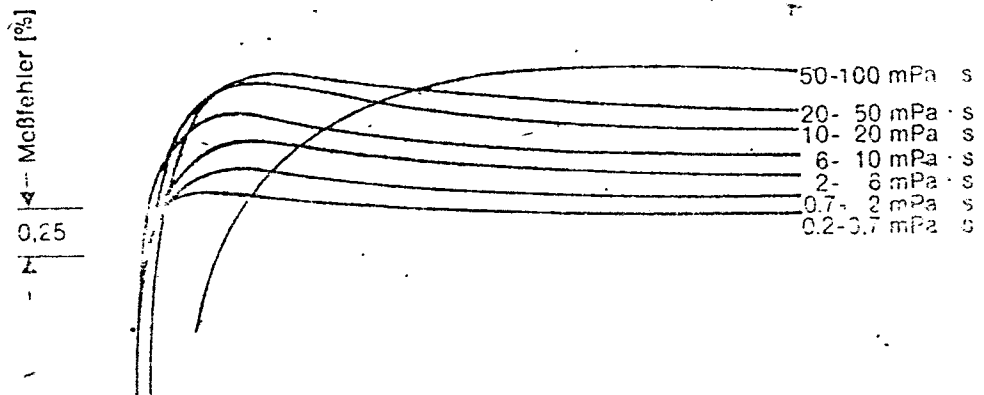
MATL CODE	BEARING SELECTION CODE	FLUID	MATL CODE	BEARING SELECTION CODE	FLUID
A	ALL	ACETATE SOLV.	H	D,B,C,F	HONEY
H	D,B,C,E,F	ACETIC ACID	A	ALL	HYDRAULIC OILS
M	D,B,C,E,F	ACETIC ACID, GLACIAL	A	ALL	HYDRAULIC OILS (PETROLEUM)
A	ALL	ACETONE	A	ALL	HYDRAULIC OILS (SYNTHETIC)
A	ALL	ALCOHOLS	A	ALL	HYDRAZINE
M	D,B,C,E,F	ALUMINUM CHLORIDE 20%	M	D,B,C	HYDROCHLORIC ACID (20%)
M	D,B,C,E,F	ALUMINUM FLUORIDE	M	D,B,C	HYDROCHLORIC ACID (37%)
A	ALL	ALUMINUM HYDROXIDE	H	B,C, D, E.	HYDROCYANIC ACID
H	D,B,C,E,F	ALUMINUM POTASSIUM SULFATE	S	*	HYDROFLUORIC ACID (20%)
H	B,C, D, E.	ALUMINUM SULFATE	S	*	HYDROFLUORIC ACID (50%)
E	C,B,D,E,F	AMMONIA, ANHYDROS	S	*	HYDROFLUOSICIC ACID (20%)
B	C,B,D,E,F	AMMONIA, LIQUIDS	S	*	HYDROFLUORIC ACID (75%)
B	C,B,D,E,F	AMMONIA, NITRATE	A	ALL	HYDROGEN PEROXIDE
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM BIFLUORIDE	M	D,B,C	HYDROGEN SULFIDE
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM CARBONATE	S	*	HYDROXYACETIC ACID (70%)
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM CASENITE	H	D,B,C,E,F	INK
B	C,B,D,F	AMMONIUM CHLORIDE	N	F	IODINE
B	C,B,D,F	AMMONIUM HYDROXIDE	A	ALL	ISOPROPYL ACETATE
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM NITRATE	A	ALL	ISOPROPYL ETHER
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM OXALATE	B	D,B,C	ISOTANE
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM PERSULFATE	A	ALL	JET FUEL (JP3,JP4,JP5)
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM SULFATE	A	ALL	KEROSENE
B	C,B,D,E,F	AMMONIUM THIO-SULFATE	A	D,B,C,E,F	KETONES
B	C,B,D,E,F	AMYL ALCOHOL	A	D,B,C,E,F	LACQUERS
F	C,B,D,F	AMYL CHLORIDE	A	D,B,C,E,F	LACTIC ACID
A	ALL	ANTI-FREEZE	H	D,B,C,E,F	LEAD ACETATE
S	*	AQUA REGIA	B	D,B,C,E,F	LEAD SULFAMATE
A	D,B,C,E,F	ASPHALT	A	D,B,C	LIME
H	D,B,C,F	BEER	A	ALL	LUBRICANTS
H	D,B,C,F	BEET SUGAR LIQUIDS	A	ALL	METHYL ACETONE
H	D,B,C,F	BENZENE	B	D,B,C	METHYL CHLORIDE
H	D,B,C,F	BORIC ACID	H	D,B,C,F	MILK
H	D,B,C,F	BUTADIENE	H	D,B,C,F	MOLASSES
H	D,B,C,F	BUTTERMILK	H	D,B,C,F	MUSTARD
H	D,B,C,F	CANE JUICE	A	D,B,C,F	NAPHTHA
A	ALL	CARBON DIOXIDE	F	D,B,C	NITRIC ACID
A	ALL	CARBON DISULFIDE	F	D,B,C	NITRIC ACID (20% SOLUTION)
A	ALL	CARBON MONOXIDE	F	D,B,C	NITRIC ACID (50% SOLUTION)
A	D,B,C,E,F	CARBON TETRACHLORIDE	F	D,B,C	NITRIC ACID (5-10% SOLUTION)
H	D,B,C,E,F	CATSUP	H	E,B,C.	NITROBENZENE
M	D,B,C,E,F	CHLORINE, ANHYDROUS LIQUID	A	ALL	OILS
H	D,B,C,F	CIDER	B	D,B,C	OLSUM
H	D,B,C,F	CITRIC ACID	A	D,B,C	PARAFFIN
H	D,B,C,F	CITRIC OILS	A	D,B,C	PENTANA
H	D,B,C,F	COFFEE	A	D,B,C	PERCHLOROETHYLENE
M	D,B,C,F	COPPER CHLORIDE	H	A,B,C	PLATING SOLUTIONS
H	D,B,C,F	COPPER CYANIDE	K	D,B,C	SEA WATER
H	D,B,C,F	COPPER FLUOBORATE	B	D,B,C,F	SHELLAC (BLEACHED)
H	D,B,C,F	COPPER NITRATE	B	D,B,C,F	SHELLAC (ORANGE)
H	D,B,C,F	COPPER SULFATE	A	ALL	SILICONE
H	D,B,C,F	CREAM	M	D,B,C,F	SILVER BROMIDE
A	D,B,C,E,F	CYANIC ACID	M	D,B,C,F	SILVER NITRATE
A	D,B,C,E,F	DETERGENTS	B	D,B,C,E,F	SOAP SOLUTIONS
A	ALL	DIESEL FUEL	B	D,B,C,E,F	SODA ASHISEE SODIUM CBNATE
A	D,B,C,E,F	DIETHYLENE GLYCOL	B	D,B,C,E,F	SODIUM ACETATE
A	D,B,C,E,F	DYES	D	D,B,C,E,F	SODIUM ALUMINATE
A	ALL	EPSOM SALTS	B	D,B,C,E,F	SODIUM BARCARBONATE
B	D,B,C,A	ETHANE	B	D,B,C,E,F	SODIUM BISULFATE
A	D,B,C,A	ETHER	B	D,B,C,E,F	SODIUM BISULFITE
A	D,B,C,E,F	ETHYL ACETATE	B	D,B,C,E,F	SODIUM CARBONATE
A	D,B,C,E,F	ETHYL CHLORIDE	B	D,B,C,E,F	SODIUM CHLORATE
A	D,B,C,E,F	ETHYL SULFATE	A	ALL	SODIUM HYDROXIDE
B	D,B,C	ETHYLENE CHLORIDE	H	D,B,C,F	SODIUM HYDROXIDE (20%)
A	ALL	ETHYLENE DICHLORIDE	H	D,B,C,F	SODIUM HYDROXIDE (80% SLT+)
A	ALL	ETHYLENE GLYCOL	H	D,B,C,F	SOY SAUCE
A	D,B,C,E,F	ETHYLENE OXIDE	A	D,B,C,E,F	STERIC ACID
Q	E,F	FERROUS CHLORIDE	A	ALL	STODDARD SOLVENT
A	ALL	FREON T F	C	D,B,C	SULFUR CHORIDE
A	ALL	FREON II	C	D,B,C	SULFUR DIOXIDE
A	ALL	FREON 113	C	D,B,C	SULFUR TRIOXIDE
A	ALL	FREON 12 WE(T)	M	D,B,C,F	SULFURIC ACID (TO 10%)
A	ALL	FREON 22	M	D,B,C,F	SULFURIC ACID (10%-75%)
H	D,B,C,F	FRUIT JUICE	M	D,B,C,F	SULFURIC ACID (75%-95%)
A	ALL	FUEL OILS	M	D,B,C,F	SULFURIC ACID (95-100%)
A	ALL	GASOLINE	A	ALL	TULUENE, TOLUOL
A	D,B,C,F	GELATIN	B	D,B,C,F	WATER, ACID MINE
H	D,B,C,F	GRAPE JUICE	A	D,B,C,F	WATER, FRESH
A	ALL	GREASE	K	D,B,C	WATER, SALT
A	D,B,C	HEPTANE	S	*	WATER, DISTILLED
A	D,B,C	HEXANE	H	D,B,C,F	WHISKEY AND WINES

NOTES: — 1ST BEARING LISTED IS MOST OPTIMUM BUT NOT ALWAYS AVAILABLE IN ALL METER SERIES — CONSULT SELECTION GUIDE.
 — CODES LISTED ARE THOSE SUGGESTED BY FTI & ARE NOT NECESSARILY THE ONLY COMBINATIONS AVAILABLE * CONSULT FACTORY.

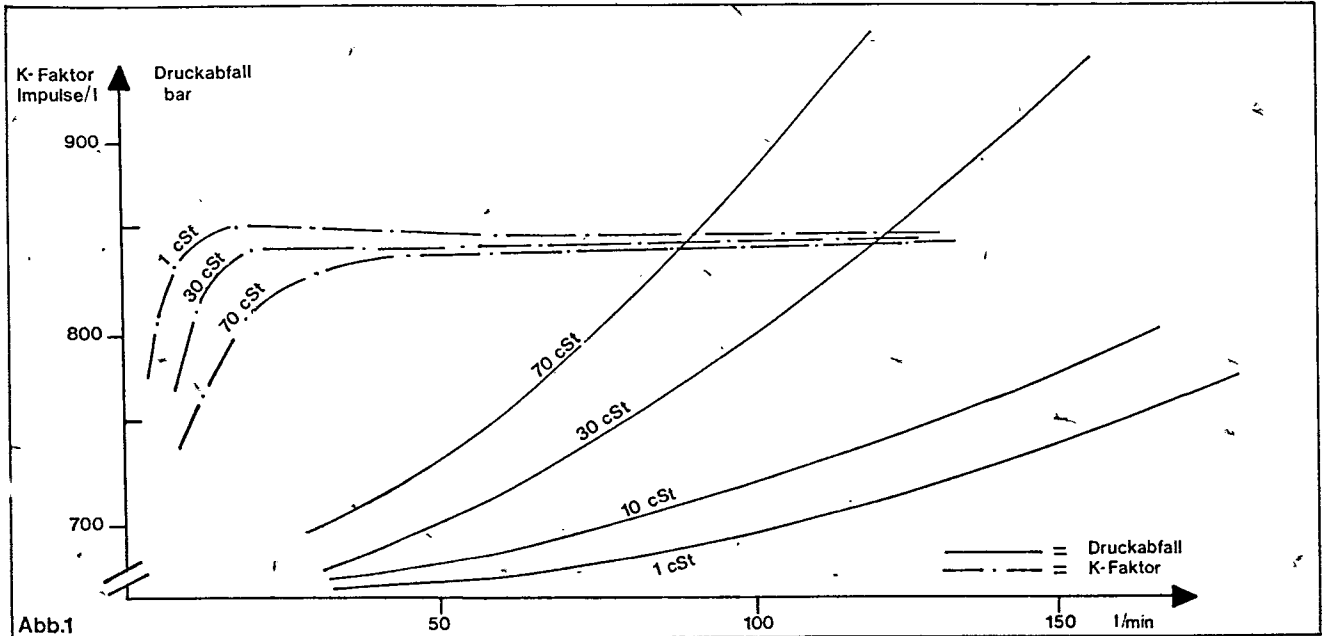
Typischer Verlauf der Druckverlust- und Meßfehlerkurven von Turbinenradzählern Baureihe RQ DN 15 - 65



Typischer Verlauf der Druckverlust- und Meßfehlerkurven von Turbinenradzählern Baureihe RQ DN 80 - 600



Typische Kurven für Druckabfall und K-Faktor bei verschiedenen Viskositäten am Beispiel eines Turbinen-Durchflußgebers HM 17



Druckverlust

Ein großer Vorteil des Turbinendurchflußmessers gegenüber anderen Volumendurchflußmeßgeräten ist der niedrige Druckverlust; dieser ist abhängig von der Viskosität des Meßmediums und der Gebernennweite bzw. dem Durchfluß (obiges Diagramm).

In den Tabellen Seite 7 und 13 sind die max. Druckverluste beim max. Durchfluß (Meßbereichsendwert) angegeben.

$$\text{Zwischenwerte nach } \Delta p_x = \Delta p_{\max} \cdot \left(\frac{Q_x}{Q_{\max}} \right)^2$$

Zeitkonstante

Durch das geringe Trägheitsmoment des Laufrades eines Turbinendurchflußmessers liegt die Beschleunigungszeit vom Stand auf volle Drehzahl je nach Gebernennweite zwischen 5 und 50 ms; dadurch können schnelle Durchflußanstiege und pulsierende Strömungen erfaßt werden.

Druck und Temperatur

Die Meßfehler von Turbinendurchflußmessern und flüssigen Medien werden von Druckschwankungen nicht beeinflusst, sofern das Medium gasblasenfrei ist. Turbinendurchflußmesser können je nach Ausführung für Nenn drücke bis 640 bar geliefert werden. Bei geringen Förderdrücken muß lediglich der Druckverlust des Gebers beachtet werden.

Turbinendurchflußmesser werden in Standardausführungen für Temperaturen von -20 bis +100°C eingesetzt.

Es muß hierbei die Viskositätsänderung des Meßmediums berücksichtigt werden.

Sonderausführungen für kryogene Flüssigkeiten bis -220°C und hoch erhitzte Medien bis +350°C sind lieferbar.

Hierbei werden spezielle Lagerungen vorgesehen und induktivaufnehmer mit Flüssigkeitskühlung eingesetzt.

Verschmutzungsempfindlichkeit

Turbinendurchflußmesser müssen gegen faserige Verunreinigungen des Meßmediums geschützt werden, da sich diese um die Nabe des Rades wickeln und dieses abbrem sen können. Gegen körnige Verschmutzungen sind Turbinendurchflußmesser verhältnismäßig unempfindlich, da der Spalt zwischen Rotor und Lagerträger so groß ist, daß sich eingedrungene Festkörper nicht einklemmen können. Andererseits sorgt der in diesem Spalt vorhandene Strömungsdrall dafür, daß sich feine Feststoffe infolge der Zentrifugalkraft nicht im Lager festsetzen können. Größere Verschmutzungen oder Fremdkörper müssen durch Einbau eines Filters in die Rohrleitung ferngehalten werden.

Werkstoffe

Turbinendurchflußmesser können aufgrund ihres einfachen mechanischen Aufbaus aus den verschiedensten Werkstoffen gebaut werden. Dies ist von besonderer Bedeutung im Hinblick auf einen Einsatz bei korrosiven Meßmedien.

Einbaubedingungen

Um eine Verfälschung der Messung durch gestörte Strömungsprofile hinter und vor Krümmern, T-Stücken, Armaturen usw. zu verhindern, ist zwischen diesen und dem Turbinendurchflußmesser eine gerade ungestörte Rohrstrecke in gleicher Nennweite wie die Anschluß-Nennweite des Gebers vorzusehen.

Einlaufstrecke: mind. 10 x NW
Auslaufstrecke: mind. 5 x NW

Die Einbaulage ist beliebig, bei senkrechtem Einbau ist jedoch die Strömung von unten nach oben zu bevorzugen.

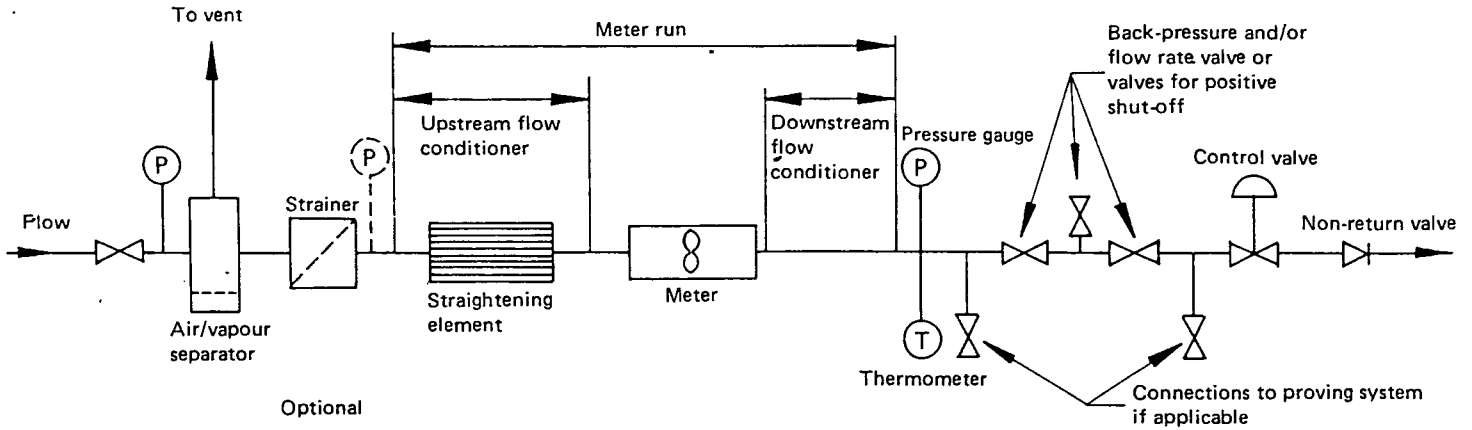
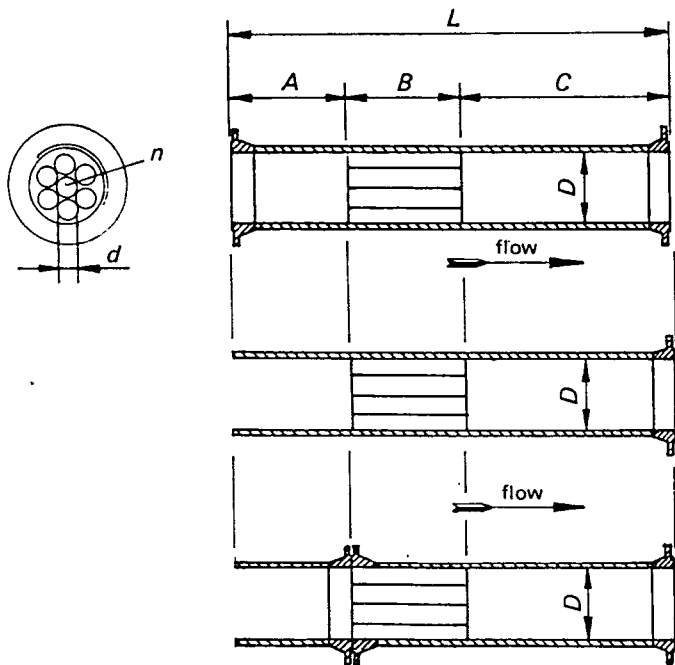


Figure 4 – Turbine meter assembly, schematic diagram

NOTE – All sections of line which may be blocked between valves shall have provisions for pressure relief.



Legend for upstream of the meter :

L = overall length of conditioning assembly = $10 D$ minimum

A = length of upstream plenum = $2 D$ to $3 D$

B = length of tube or vane type straightening element = $2 D$ to $3 D$

C = length of downstream plenum = $5 D$ minimum

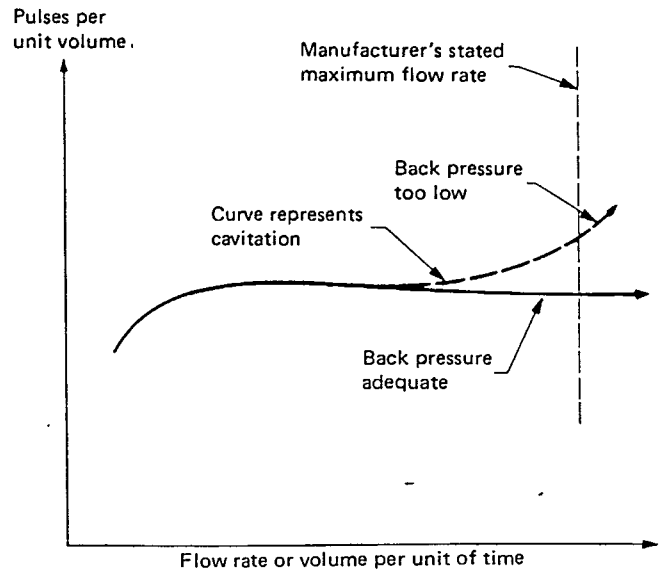
D = nominal diameter of meter

n = number of individual tubes or vanes. n should be at least 4

d = nominal diameter of individual tubes. B/d should be at least 10

NOTE – Downstream of the meter, use $5 D$ minimum of straight pipe.

Figure 5 – Examples of flow conditioning assemblies with straightening elements



NOTE – All curves for example only.

Figure 6 – Effects of cavitation on rotor speed

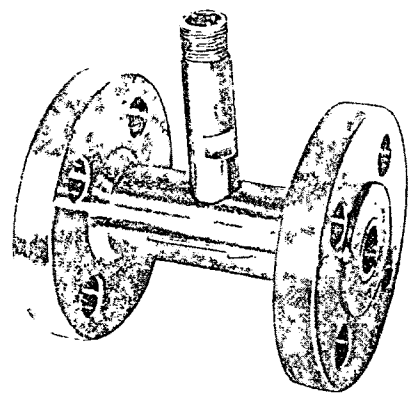


Bild 7/2 Turbinen-Mengenmeßgerät

Anwendungsbereich

Das Turbinen-Mengenmeßgerät wird in Verbindung mit einem Impulsuntersetzer zum Zählen einer bestimmten durchgeflossenen Menge verwendet.

Das Turbinen-Mengenmeßgerät bietet gegenüber volumetrischen Mengenmeßgeräten Vorteile bei Flüssigkeiten mit extrem niedriger Viskosität und schlechten Schmiereigenschaften, wie z. B. verflüssigte Gase und heißes Wasser, sowie bei Flüssigkeiten mit geringen Feststoffanteilen.

Arbeitsweise

Die Flüssigkeit strömt durch das Turbinen-Mengenmeßgerät (1, Bild 7/3) und treibt das axial gelagerte Turbinenrad an. Die Drehzahl des Turbinenrades wird rückwirkungsfrei über einen außen am Gerät angebauten, induktiven Abgriff erfaßt; dabei wird mit jedem Flügeldurchgang das Magnetfeld des Abgriffs so beeinflusst, daß die Flußänderung in der Abgriffspule einen Spannungsstoß (Impuls) induziert.

Da das Turbinenrad mit einer der Strömungsgeschwindigkeit proportionalen Drehzahl umläuft, entspricht jeder Impuls einer bestimmten durchgeströmten Flüssigkeitsmenge.

Mit einem nachgeschalteten Impulsuntersetzer (2) kann die hohe Impulszahl auf eine für Impulszähler geeignete Anzahl unteretzt werden.

Zum Messen des Durchflusses wird die Impulsfrequenz mit einem Frequenz-Strom-Umsetzer (3) in ein durchflußproportionales Gleichstromsignal umgesetzt.

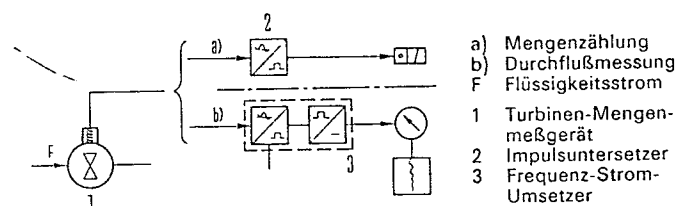


Bild 7/3 Meßeinrichtung mit Turbinen-Mengenmeßgerät

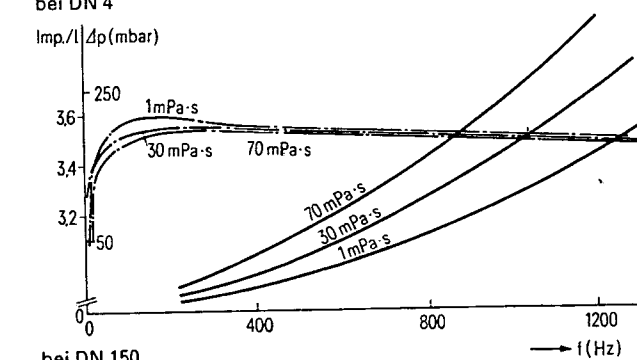
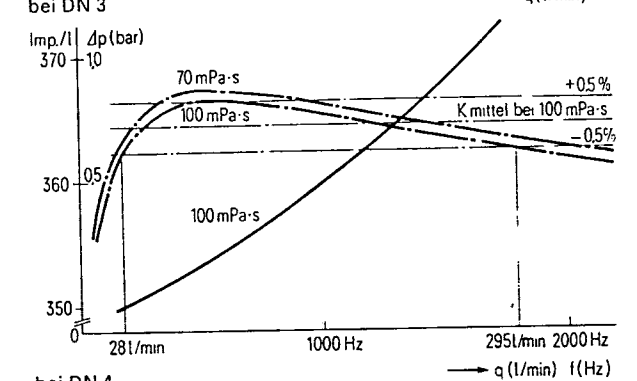
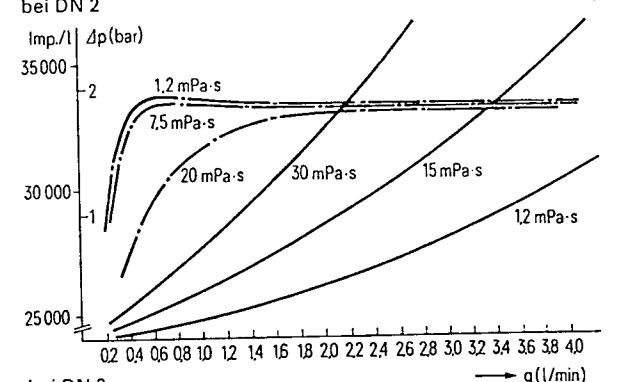
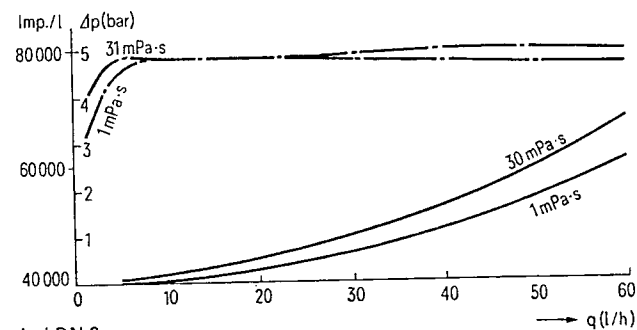


Bild 7/4 Turbinen-Mengenmeßgerät, Druckabfall und Proportionalitätsfaktor bei verschiedenen Viskositäten, Beispiele

Technische Daten

Meßbereich	s. Bestelldaten
Meßstoff	ohne Verschmutzung, Filterung mit etwa 20 bis 40 µm erforderlich
Linearitätsfehler	±0,15 bis ±1% vom Momentanwert, ±1,5% vom Momentanwert bei DN 2 ≥ 0,05 bis 0,1%; 0,2% bei ≤ DN 9
Reproduzierbarkeit	s. Bestelldaten
Impulsrate	5 bis 50 ms
Zeitkonstante	-20 bis +95 °C
Zul. Umgebungstemperatur	-220 bis +450 °C
Zul. Meßstofftemperatur	s. Bestelldaten
Zul. Betriebsüberdruck	s. Bestelldaten
Werkstoff	Edelstahl;
Gehäuse mit Lagerträger	Tantal und Monel auf Anfrage
Turbinenrad	Edelstahl, schwach magnetisierbar, X12CrMoS17, W.-Nr. 1.4104 oder X35CrMo17, W.-Nr. 1.4122
Induktiver Abgriff	(Ex) i G5
Explosionsschutz	90 Ω
Impedanz	

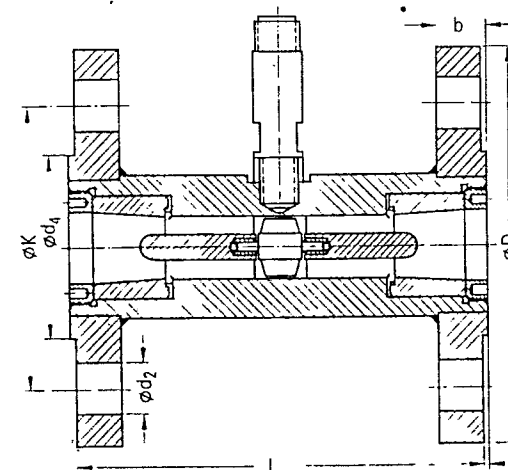


Bild 7/5 Turbinen-Mengenmeßgerät mit Flanschanschluß, Maße

Nennweite DN	Nenn- druck PN	L	D	b	K	d ₄	f	d ₂	Anzahl der Löcher	Bestell-Nr.
15	6	110	80	12	55	40	2	11,5	4	7MS1320
	40		95	16	65	45		14		
	63		105	20	75	45		14		
	100		105	20	75	45		14		
25	6	150	100	14	75	60	2	11,5	4	7MS1321
	40		115	16	85	68		14		
	63		140	24	100	65		18		
	100		140	24	100	65		18		
40	6	174	130	14	100	80	3	14	4	7MS1322
	40		150	18	110	88		18		
	63		170	26	125	85		23		
	100		170	26	125	85		23		
50	6	210	140	14	110	90	3	14	4	7MS1323
	16		165	18	125	102		18		
	40		165	20	125	102		18		
	63		180	26	135	95		23		
65	6	258	160	14	130	110	3	14	4	7MS1324
	16		185	18	145	122		18		
	40		185	22	145	122		18		
	63		205	26	160	120		23		
80	6	316	190	16	150	128	3	18	4	7MS1325
	16		200	20	160	138		18		
	40		200	24	160	138		18		
	63		215	28	170	130		23		
100	6	386	210	16	170	148	3	18	4	7MS1326
	16		220	20	180	158		18		
	40		235	24	190	162		23		
	63		250	30	200	160		27		
125	6	400	240	18	200	178	3	18	4	7MS1327
	16		250	22	210	188		18		
	40		270	26	220	188		27		
	63		295	34	240	185		30		
150	6	580	265	18	225	202	3	18	4	7MS1328
	16		285	22	240	212		23		
	40		300	28	250	218		27		
	63		345	36	280	215		33		
200	6	400	320	20	280	258	3	18	4	7MS1330
	16		340	24	295	268		23		
	40		375	34	320	285		30		
	63		415	42	345	270		36		
250	6	500	375	22	335	312	3	18	4	7MS1331
	16		405	26	355	320		27		
	40		450	38	385	345		33		
	63		470	46	400	325		36		
100	505	60	430	325	39					

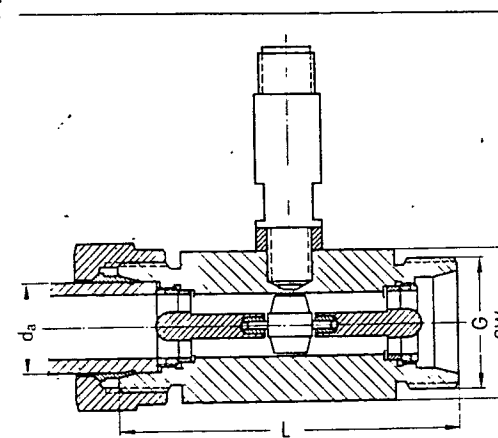


Bild 7/6 Turbinen-Mengenmeßgerät mit Rohrverschraubung, Maße

Nennweite DN	Nenn- druck PN	L	d ₄	G	SW	Rohr- verschrau- bung	Bestell-Nr.
2	630	68	-	M22 × 1,5	30	m 14 s	7MS1300
3		50	6	M14 × 1,5		m 6 s	7MS1301
5		56	8	M16 × 1,5		m 8 s	7MS1302
7	630	62	12	M20 × 1,5	30	m 12 s	7MS1303
9	630	68	14	M22 × 1,5		m 14 s	7MS1304
11	400	76	16	M24 × 1,5		m 16 s	7MS1305
13	400	84	20	M30 × 1,5	36	m 20 s	7MS1306
17		96	25	M36 × 2	41	m 25 s	7MS1307
19		107	25	M36 × 2	46	m 25 s	7MS1308
22	100	117	28	M36 × 2	46	m 28 L	7MS1310
24	250	122	30	M42 × 2	50	m 30 s	7MS1311
28	250	140	38	M52 × 2	55	m 38 s	7MS1312
30	100	149	35	M45 × 2	55	m 35 L	7MS1313
36		165	42	M52 × 2	60	m 42 L	7MS1314

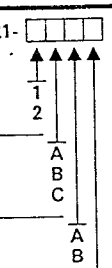
Bestelldaten

Turbinen-Mengenmeßgerät mit Flanschanschluß				Bestell-Nr.	Gewicht
Nennweite DN	Meßbereich l/min	Impulsrate ¹⁾ Imp./l			etwa kg
15	0,5 bis 4	35 000	7MS1320-□SS12-0□A-Z	1,85	
	1,2 bis 10	10 500	7MS1320-□SS12-0□B-Z	1,8	
	3 bis 20	5 100	7MS1320-□SS12-0□C-Z	1,7	
	3,3 bis 33	4 200	7MS1320-□SS12-0□D-Z	1,5	
	6 bis 60	2 900	7MS1320-□SS12-0□E-Z	2,0	
25	3,3 bis 33	4 200	7MS1321-□SS12-0□A-Z	4,2	
	6 bis 60	2 900	7MS1321-□SS12-0□B-Z	4,1	
	8,5 bis 85	1 800	7MS1321-□SS12-0□C-Z	4,0	
	12 bis 120	880	7MS1321-□SS12-0□D-Z	4,0	
	15 bis 150	670	7MS1321-□SS12-0□E-Z	4,0	
	20 bis 200	500	7MS1321-□SS12-0□F-Z	4,0	
40	20 bis 200	500	7MS1322-□SS12-0□A-Z	7,3	
	25 bis 250	380	7MS1322-□SS12-0□B-Z	7,4	
	30 bis 360	320	7MS1322-□SS12-0□C-Z	7,2	
	35 bis 400	280	7MS1322-□SS12-0□D-Z	7,0	
	40 bis 500	150	7MS1322-□SS12-0□E-Z	6,5	
50	70 bis 1 200	70	7MS1323-□SS12-0□A-Z	14,0	
	100 bis 2 000	40	7MS1324-□SS12-0□A-Z	19,5	
	160 bis 3 200	14	7MS1325-□SS12-0□A-Z	21,0	
	250 bis 5 000	7,5	7MS1326-□SS12-0□A-Z	27,0	
125	300 bis 6 600	4 500 Imp./m ³	7MS1327-□SS12-0□A-Z	65,0	
	350 bis 10 000	3 400 Imp./m ³	7MS1328-□SS12-0□A-Z	68,0	
	430 bis 13 400	415 Imp./m ³	7MS1330-□SS12-0□A-Z	73,0	
	530 bis 25 000	266 Imp./m ³	7MS1331-□SS12-0□A-Z	80,0	
	1 600 bis 48 000	135 Imp./m ³	7MS1332-□SS12-0□A-Z	90,0	
Nenndruck			PN 6	1	A B C
			PN 16/40	2	
			PN 63	3	
			PN 100	4	
Zul. Meßstofftemperatur					
-220 bis +95 °C					A
-220 bis +240 °C					B
-220 bis +350 °C (Abgriff mit Kühlrippen)					C
Meßstoffdaten Im Klartext angeben:				Kurzangabe	
Handelsname ...				Y01	
Viskosität ... mPa·s im Betriebszustand					
Temperatur ... °C an der Meßstelle					
max. Durchfluß ... l/min					
Turbinen-Mengenmeßgerät mit Rohrverschraubung				Bestell-Nr.	
Nennweite DN	Nenndruck PN	Meßbereich l/min	Impulsrate ¹⁾ Imp./l		
2	630	0,1 bis 0,9	75 000	7MS1300-7SS11-0□A-Z	0,1
		0,3 bis 1,5	70 000	7MS1301-7SS11-0□A-Z	0,1
		0,5 bis 4	35 000	7MS1301-7SS11-0□B-Z	0,1
		0,8 bis 6	23 000	7MS1302-7SS11-0□A-Z	0,15
		1,2 bis 10	10 500	7MS1302-7SS11-0□B-Z	0,15
5	400	3 bis 20	5 100	7MS1303-7SS11-0□A-Z	0,2
		0 bis 32 und			
		3,3 bis 33	4 200	7MS1304-7SS11-0□A-Z	0,2
11		8 bis 50 und	2 900	7MS1305-6SS11-0□A-Z	0,3
		6 bis 60			
13		10 bis 75 und	1 800	7MS1306-6SS11-0□A-Z	0,5
		8,5 bis 85	880	7MS1307-6SS11-0□A-Z	0,7
17		12 bis 120	670	7MS1308-6SS11-0□A-Z	0,8
		15 bis 150			
22	100	20 bis 200	500	7MS1310-4SS11-0□A-Z	1,1
		25 bis 250	380	7MS1311-5SS11-0□A-Z	1,2
24	250	20 bis 360	320	7MS1312-5SS11-0□A-Z	1,25
28	100	25 bis 400	280	7MS1313-4SS11-0□A-Z	1,3
		40 bis 500	150	7MS1314-4SS11-0□A-Z	2,2
Zul. Meßstofftemperatur					
-220 bis +95 °C					A
-220 bis +160 °C					B
-220 bis +450 °C (Abgriff mit Kühlung)					C
Meßstoffdaten Im Klartext angeben:				Kurzangabe	
Handelsname ...				Y01	
Viskosität ... mPa·s im Betriebszustand					
Temperatur ... °C an der Meßstelle					
max. Durchfluß ... l/min					

Technische Daten

Impulsverstärker	0,05 bis 500 mV, max. 20 kHz
Eingang	etwa 100 Ω
Eingangsimpedanz	5 Hz bis 2,5 kHz bis 6,5 kHz
Frequenzbereich	DC 11,5 bis 16 V, etwa 5 mA
Hilfsenergie	DC 8 V Rechteckimpulse, positiv
Ausgang	etwa 5,6 kΩ
Ausgangsimpedanz	-20 bis +80 °C
Zul. Umgebungstemperatur	IP 65
Schutzart DIN 40050	75 mm x 80 mm x 57 mm
Maße (B x H x T)	etwa 0,3 kg
Gewicht	
Frequenzwandler	
Meßbereich	200 bis 600 Hz, 400 bis 1200 Hz, 900 bis 2800 Hz, 2000 bis 6000 Hz über Schalter wählbar
Linearitätsfehler	±0,2% vom Endwert
Temperaturfehler	±0,1% vom Endwert je 10 °C Änderung
Zul. Umgebungstemperatur	-20 bis +50 °C
Ausgangssignal	0 bis 20 mA und 4 bis 20 mA
Bürde	max. 1 kΩ
Zeitkonstante	50: Endfrequenz (Hz)
Digitalanzeiger	
Anzeigeumfang	000 bis 999, 3stellig, ohne Vorzeichen
Fehlergrenzen	±0,1%
Hilfsenergie	DC 15 V
Eingang	5 V aus Frequenzwandler
Eingangsimpedanz	350 kΩ
Anschluß	über 3 Kontaktstifte
Maße (B x H x T)	90 mm x 50 mm x 25 mm
Gewicht	etwa 1,2 kg
Grenzwertverstärker	
Schaltausgang	Umschaltrelaiskontakt als Ruhe- oder Arbeitskontakt
Schaltpunkteinstellung	DC 220 V, etwa 50 W, induktionsarm
Hysterese	zwischen 5 und 100% einstellbar
Netzanschluß	zwischen 0,5 und 100% einstellbar
Ausgangsspeisespannung	AC 50/60 Hz; 24, 110 oder 220 V, etwa 15 VA
	DC 12 V, max. 10 mA

Bestelldaten

		Bestell-Nr.
Impulsverstärker		
Explosionsschutz	Anschluß	
ohne	mit Stecker	7MV1120-8AA
mit (Ex)d	mit Schraubklemmen	7MV1120-8AB
Frequenzwandler		7MV1121- 
Bauform für		
Einbausystem ES 902		
Feldmontage, Kunststoffgehäuse		
Hilfsenergie	AC 24 V AC 110 V AC 220 V	
Digitalanzeiger	ohne mit	A B
Grenzwertverstärker		
ohne		0
mit 1 Relaiskontakt	als Ruhekontakt	1
mit 2 Relaiskontakten		2
mit 1 Relaiskontakt	als Arbeitskontakt	3
mit 2 Relaiskontakten		4
Impulsuntersetzer		
Bauform		
als Leiterplatte		7MV1122-8AA
für Einbausystem ES 902		7MV1122-8AB
für Wandmontage, im Gehäuse		7MV1122-8AC
Baugruppenträger		7MV1123-8AA
zum Einbau von max. 8 Modulen		

Bestellbeispiel für Turbinen-Mengenmeßgeräte

Gewünscht wird:
ein Turbinen-Mengenmeßgerät
mit Flanschanschluß
für Heißwasser von 75 °C,
Viskosität 1 mPa·s
Nenndruck PN 3
Durchfluß 40 bis 80 l/min

Zu bestellen ist:
Bestell-Nr. 7MS1321-1SS12-0AC-Z
Kurzangabe Y01
Klartext Heißwasser
Viskosität 1 mPa·s
Temperatur 75 °C
max. Durchfluß 80 l/min

Turbine Flowmeters

LD Turbine meters can be used whenever there is a need for accurate linear, digital or analogue information of fluid flowrates. The construction of the meters is such that they are capable of withstanding the rigorous treatment of harsh industrial environments whilst giving laboratory standards of accuracies. The variety of bearing configurations allows the meters to be matched to the exacting requirements of the aviation, civil, chemical and petrochemical industries. The digital or the derived analogue signal output from the meter which is linear with flowrate, can be readily combined with either density, or pressure and temperature measurements to give mass flowrate in addition to the volumetric flowrate. The Turbine Meters, plus their associated electronic read-out equipment can cater for all their requirements relating to batching, blending, totalising, leak detection, flow alarm systems, etc.

Performance

Linearity

Generally better than $\pm 0.5\%$ over standard range and $\pm 0.25\%$ over selected range at low viscosities under stated conditions of test.

Repeatability

Approximately $\pm 0.05\%$ under stated conditions of test.

Response Time

Approximately 0.05 seconds for a 50% flow change.

Operating Pressure

Screwed end bodies are designed to withstand 5000 psig operating pressures. Pressure limits on the flanged bodies depend on the flange used.

Pressure Drop

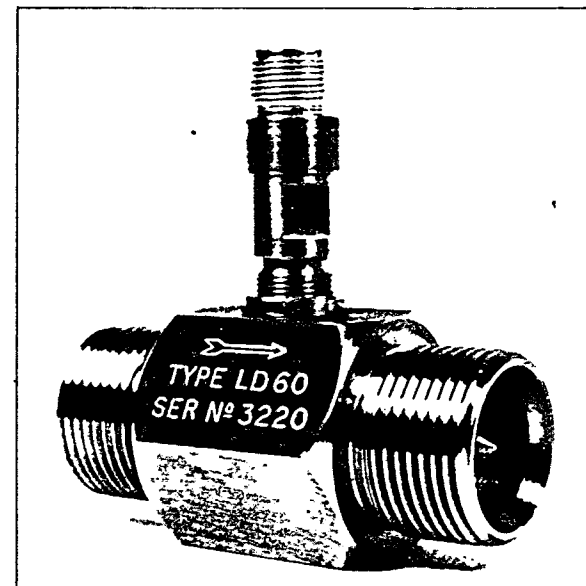
4-10 psig at maximum linear flow depending on size.

Normal Operating Temperature Range

-50°C to +200°C.

Output Frequency

0-1000 Hz (nominal).



Installation Data

Amphenol Type 172-610SL-4P2 with mating connector MS3106E-10SL-4S(C).

Cable

Twin 16/0.2mm PVC insulated, braided screen and PVC sheath. Note screen lead to be connected at indicator end and NOT at flowmeter end.

Intrinsic Safety

Where meters are to be used in hazardous areas, the pick-up can be supplied in an intrinsically safe form with Zener Barriers.

Pipe Connections

Screwed fittings can be supplied in U.N.F., metric, DIN or N.P.T. sizes as well as B.S.P. fittings (standard). Flange connections to conform with required specification in A.S.A., DIN, BST, etc.

Mounting of Meter

The meter can be installed in any attitude. Although flow straightening vanes are built into the meter body, it is recommended that the meter be installed along a straight pipe length, the length of the inlet pipe being approx. 10 x the nominal diameter, and the outlet being 5 x nominal diameter.

Filtration

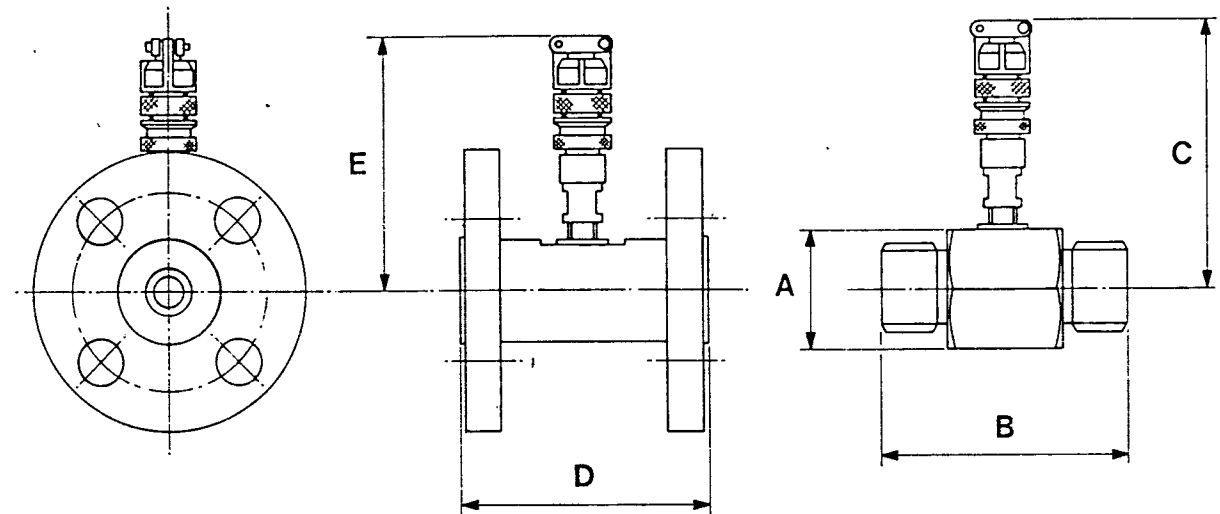
The use of a coarse mesh strainer is recommended to prevent damage to the rotor assembly by large solid particles. Specific details regarding bearing configuration and filter size to use in contaminated fluids will be given on application.

Model	Bore Size		Flow Range LPM	BSP Fitting	Dimensions				
	ins	mm			A	B	C	D	E
LD5	0.50	12	0.3-3	1/2"	1.125" 28.57mm	2.437" 61.91mm	3.6" 93mm	3.50" 89.00mm	3.6" 93mm
LD8	0.25	16	1-8	5/8"	1.125" 28.57mm	2.437" 61.91mm	3.6" 93mm	3.50" 89.00mm	3.6" 93mm
LD15	0.625	16	2-15	5/8"	1.125" 28.57mm	2.437" 61.91mm	3.6" 93mm	3.50" 89.00mm	3.6" 93mm
LD30	0.75	19	3-30	3/4"	1.375" 32.92mm	3.25" 82.55mm	3.78" 96mm	3.50" 89.00mm	3.78" 96mm
LD60	1.00	25	6-60	1"	1.625" 41.27mm	3.50" 88.90mm	3.91" 99mm	4.25" 108.00mm	3.91" 99mm
LD100	1.25	32	10-100	1 1/4"	1.875" 47.62mm	3.875" 98.42mm	4.0" 100mm	4.25" 108.00mm	4.0" 100mm
LD150	1.50	38	15-150	1 1/2"	2.125" 53.95mm	4.375" 111.15mm	4.16" 105mm	4.25" 108.00mm	4.16" 105mm
LD250	2.00	50	25-200	2"	2.75" 69.85mm	5.25" 133.47mm	4.75" 120mm	5.50" 139.70mm	4.50" 114mm
LD/F500	3.00	75	50-500					7.50" 190.50mm	5.50" 139mm
LD/F1000	4.00	100	100-1000					12" 300mm	7.50" 190mm
LD/F2000	6.00	150	200-2000					15" 381.0mm	10" 254mm

'D' dimension varies with flange specifications
Bearings - Stainless steel ball bearings or Tungsten Carbide Journal Bearings to suit application

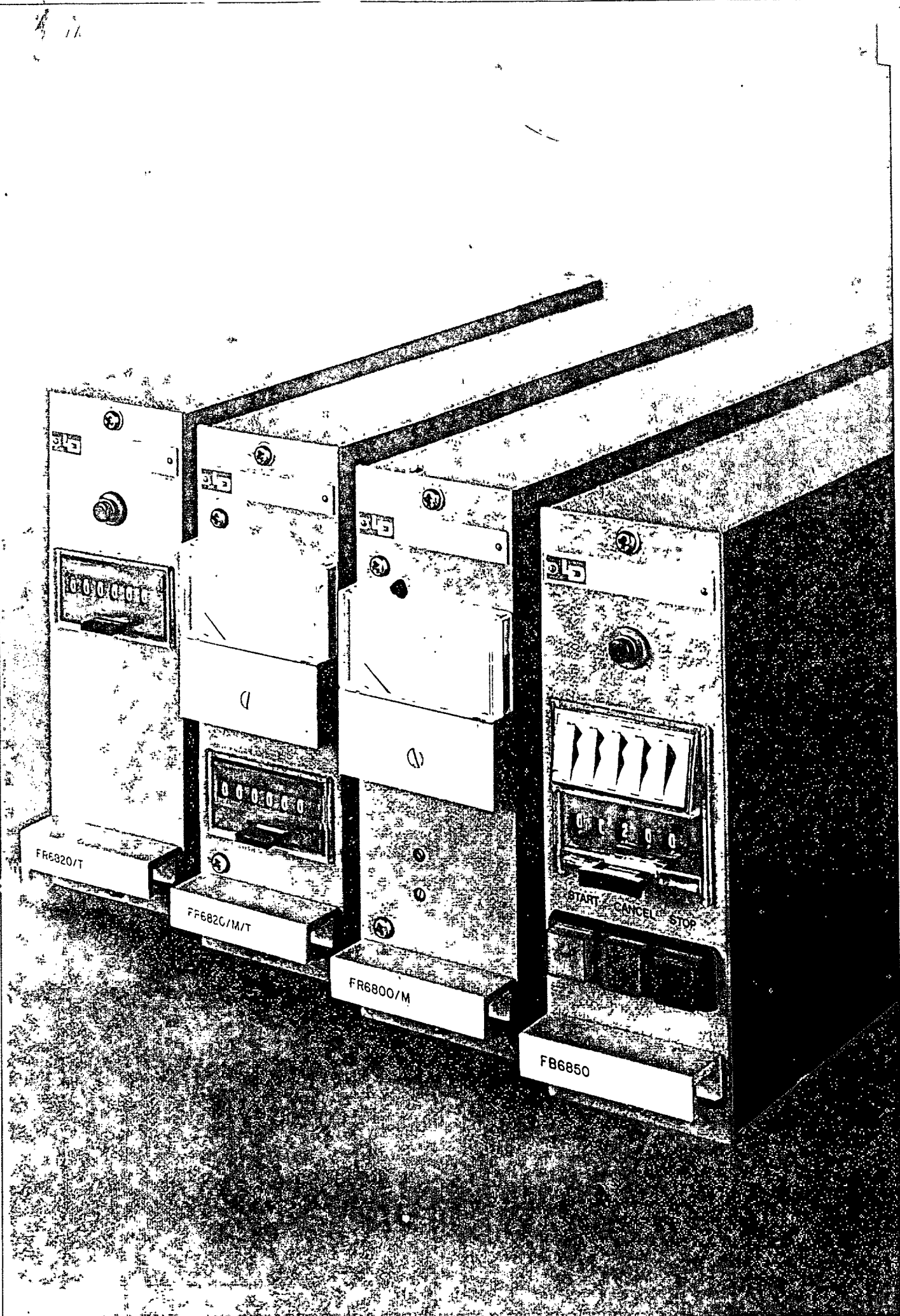
Where non lubricating fluids are measured and Tungsten Carbide Journal Bearings are used, the maximum flow range should be decreased by 50% or alternatively specify the next larger size meter. For custom built meters the flow range can be altered to suit the particular requirements.

The above mentioned flow ranges are based on water calibrations. Where high viscosity fluids are metered the linear range is decreased. This is most noticeable in meters below the SR 30 range. Above the SR60 range the effects due to viscosity diminish rapidly.



Ordering Information

- 1 Model reference
- 2 Fluid (or gas) being measured
- 3 Density
- 4 Temperature
- 5 Viscosity
- 6 Pressure
- 7 Maximum and minimum flow rates
- 8 Thread or flange details
- 9 Nominal bore pipe line



**FB6850
Batch Controller**

Description
A batch controller which receives signal impulses from the FR 6820 converter to provide batch control in addition to instantaneous and total flow.
The batch is set by a five digit predetermining counter, illuminated push buttons are fitted to start, cancel or stop, and indicate the state of operation. The counter resets automatically to the original preset quantity on completion of the batch or by pressing the cancel push button.

Application
Batch control, the metering of preset quantities, inclusion in fully automated systems.

Specifications

- Input**
Volt-free contact closure, generally from FR 6820
- Counter**
5-digit count back to zero, electric reset Sodeco type RP 212E
- Control contacts**
Two sets volt-free changeover contacts rated 250V.
2A Resistive load 1A Inductive load
- Operating Temperature range**
0-45°C
- Storage Temperature range**
-20 to +60°C
- Mains power supply**
100 to 120 or 200 to 240V AC 50/60 Hz or 24V DC ± 10%
- Power required**
8 VA approximately

**FR6800/6820
Flow Rate Converter**

Description
A range of flow rate converters which accept pulse rate signals from turbine flowmeters and convert them to produce analogue signals suitable for meters, recorders and remote transmission, plus if required pulse outputs relative to engineering units (gallons per minute, litres per minute, etc).
The pulse outputs can be used to drive internal or remote counters or the FB 6850 Counter-batcher.

- Models**
- FR 6800 Analogue output only
 - FR 6820 Analogue and pulse rate outputs
 - /M Fitted with 2" scale indicator
 - /T Fitted with 6-digit manual reset counter (FR 6820 only).

Applications
Indication and transmission of instantaneous and total flow.

Specifications

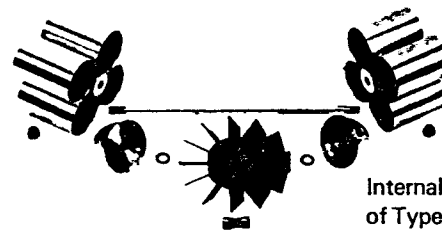
- Inputs**
From turbine flowmeter magnetic pick-ups max input 5000 Hz. Sinewave or square wave. Amplitude 20mV pk/pk to 5V pk/pk.
- Outputs**
Analogue
0-10 mA into 10 to 2000 ohms
4-20 mA into 10 to 1000 ohms
Pulse Rate
Preset to any full scale rate specified between 120 and 12,000 counts per hour, (2 to 200 counts per minute) volt free normally open contacts rated 25 Watts 1A Holding current, 15A Inrush 250V DC Resistive loading, contact resistance 0.05 ohms.
- Internal adjustments**
4 Decade digital switches to set exact flowmeter characteristic
Analogue span and zero
Pulse rate 4 decade switches to set pulse rate
- Operating Temperature range**
0-45°
- Storage Temperature range**
-20 to +60°C
- Power supply**
100 to 120 or 200 to 240V AC 50/60 Hz or 24V DC ± 10%
- Power required**
6VA approximately
- Internal fuse**
500mA

When ordering please specify:
a) metering system
b) analogue output (mA) required
c) pulse rate output
d) scaling details (i.e. maximum flow rate in gallons or litres per hour or minute)
e) power supply
f) base or rack mounting

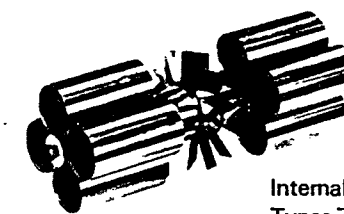


Tylors T Series 7000

TURBINE METERS FOR LIQUIDS, GASES AND CRYOGENS



Internal Components of Type 7100



Internal Assembly of Types 7100 and 7200

Zat. 10

The T Series Turbine meters employ advanced design features and sophisticated precision manufacturing techniques which result in:

- Precise measurement
- Wide flow rangeability
- High output resolution
- Long bearing life
- Low pressure drop
- High flow capacity for size
- Minimal response times
- Wide operational temperature and pressure ranges
- Rugged construction - vibration and shock resistant
- Bi-directional flow measurement capability
- Any mounting attitude

- * Hollow, low inertia rotors (larger meters only).
- * Fine tolerance straight-bladed rotors ensure perfect balance and extended flow range due to inherent insensitivity to the velocity profile.
- * Build-in flow straightener sections act as shock and vibration resistant suspension units.

PERFORMANCE

(Dependent upon meter size and liquid viscosity).

Liquids and Cryogenics

(Specified data is for water).

Linearity: Better than $\pm 0.25\%$ of reading over flow ranges up to 18:1
Better than $\pm 0.12\%$ of reading over upper 6:1 flow range.

Repeatability: $\pm 0.02\%$ of flow ranges up to 35:1.

Pressure drop: 0.27 bar (4 lbf/in²) at maximum flow rate.

Gases

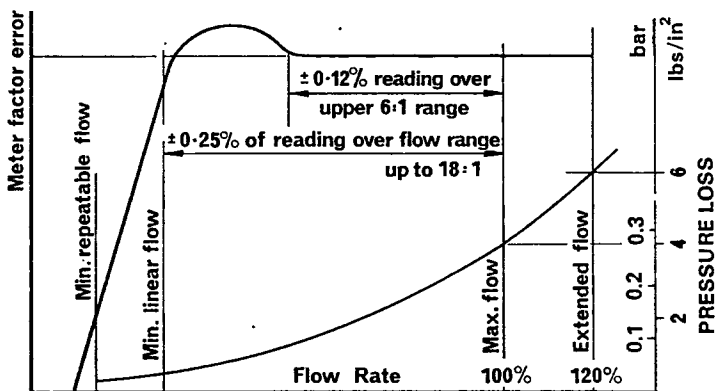
(Specified data is for gas of density 32 Kg/m³ (2 lb/ft³).

Linearity: Better than $\pm 0.5\%$ of reading over flow ranges up to 30:1

Repeatability: $\pm 0.12\%$ of reading.

Pressure drop: 0.25 bar (3.6 lbf/in²) at maximum flow rate.

TYPICAL PERFORMANCE CURVES



SPECIFICATION

- Output:** Variable frequency sine wave.
Response time: Time constant from 5 ms.
Temperature range: -265 to +535 deg. C.
Pressure rating: Up to 3000 bar (50 000 lbf/in²) depending on rating of end connections.
End connections: Flanged - BS 1560 (ANSI) up to and including class 2500.
 - BS 4505 (DIN) up to 320 bar.
 - BS 10 up to Table T.
 - Others to special order.
 - Threaded BSP or UNF on sizes up to 2in

MATERIALS OF CONSTRUCTION

- Rotor blades - 430 Stainless steel.
 Bearings - Fluid bearings Tungsten Carbide.
 - Ball bearings 440 Stainless steel.
 All other components - 304 Stainless steel (may be replaced by 316 according to availability) except Oil Pipeline Meter Type 7300, in which body and flanges are of Carbon Steel.

FLOW RANGE SELECTION

TYPE 7100 Specified data is for water

Size mm/inch	Model No.	Flow Range m ³ /hr gal/min			Nom. Output Freq. (Hz) at Max Flow
		Min. Repeat	Linear Range Min. Max.	Extended	
8	7182	.034	.055 .57	.68	2040
1/4		.13	.21 2.1	2.5	
10	7183	.068	.115 1.14	1.36	1550
3/8		.25	.42 4.2	5.0	
15	7184	.115	.21 2.27	2.73	2100
1/2		.42	.75 8.3	10.0	
18	7185	.180	.32 3.65	4.55	2050
5/8		.67	1.17 13.3	16.7	
20	7186	.340	.57 6.35	8.0	1500
3/4		1.25	2.1 23.3	29.1	
25	7101	.455	.84 13.6	17.0	1350
1		1.66	3.1 50.0	62.5	
32	7145	.91	1.36 20.5	25.0	930
1 1/4		3.3	5.0 75.0	92.0	
40	7146	1.14	1.82 29.5	36.3	823
1 1/2		4.2	6.7 108	133	
50	7102	2.05	3.4 54.5	68.2	920
2		7.5	12.5 200	250	
65	7125	3.41	5.9 102	127	825
2 1/2		12.5	22.0 375	470	
80	7103	4.54	11.4 159	199	816
3		16.6	42.0 580	728	
100	7104	11.4	17.0 284	354	625
4		42.0	63.0 1040	1300	
125	7105	18.2	29.5 413	515	485
5		67.0	108 1515	1890	
150	7106	27.3	41 681	852	435
6		100	150 2500	3125	
200	7108	54.5	75 1226	1535	333
8		200	275 4500	5620	
250	7110	90.9	148 1862	2315	340
10		335	540 6830	8500	
300	7112	125	205 2725	3405	320
12		460	750 10000	12500	

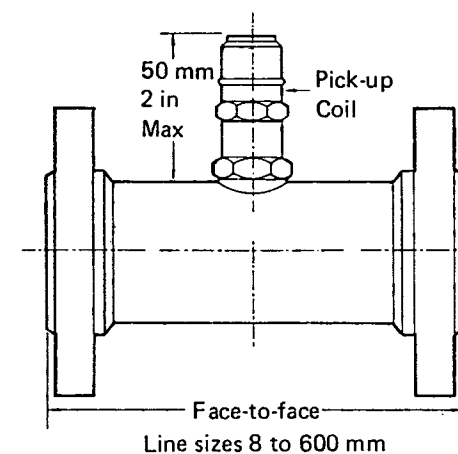
TYPE 7200 Specified data is for water

Model No.	Flow Range m ³ /hr gal/min			Nom. Output Freq. (Hz) at Max Flow
	Min. Repeat	Linear Range Min. Max.	Extended	
7282	.034	.055 .57	.68	1708
	.13	.21 2.1	2.5	
7283	.068	.115 1.14	1.36	1291
	.25	.42 4.2	5.0	
7284	.115	.18 2.27	2.73	1750
	.42	.67 8.3	10.0	
7285	.16	.27 3.65	4.55	1706
	.58	1.0 13.3	16.7	
7286	.32	.52 6.35	8.0	1260
	1.2	1.9 23.3	29.1	
7201	.41	.805 13.6	17.0	1110
	1.5	2.9 50.0	62.6	
7245	.80	1.30 20.5	25.0	765
	2.9	4.8 75.0	92.0	
7246	1.02	1.70 29.5	36.3	693
	3.8	6.3 108	133	
7202	1.93	3.18 54.5	68.2	760
	7.1	11.7 200	250	
7225	3.18	5.7 102	127	690
	11.6	21.0 375	470	
7203	4.1	10.2 159	199	688
	15.0	37.5 583	730	
7204	10.2	15.9 284	354	520
	37.5	58.0 1040	1300	
7205	15.9	27.3 413	515	406
	58.3	100 1515	1890	
7206	25.0	43.2 681	852	360
	92.0	158 2500	3125	
7208	50.0	70.5 1226	1533	279
	183	258 4500	5620	
7210	86.3	136 1862	2317	287
	317	500 6830	8500	
7212	120	182 2725	3405	260
	437	666 10000	12500	

DIMENSIONS

Flanged ends Face-to-face

Meter Size	Up to ANSI 600		ANSI 900 & 1500		ANSI 2500	
	mm	inch	mm	inch	mm	inch
8, 10, 15	127	5	178	7	178	7
18, 20	140	5 1/2	178	7	178	7
25	140	5 1/2	203	8	203	8
32	152	6	203	8	203	8
40	152	6	229	9	229	9
50	165	6 1/2	229	9	229	9
65	178	7	254	10	254	10
80	254	10	254	10	279	11
100	305	12	305	12	305	12
150	356	14	356	14	406	16
200	406	16	406	16	457	18
250	508	20	508	20	559	22
300	610	24	610	24	610	24
400	813	32	813	32	-	-
450	914	36	914	36	-	-
500	1016	40	1016	40	-	-
600	1219	48	1219	48	-	-



There are four types of T Series 7000 Turbine Meters.

TYPE 7100

General Purpose Liquid Turbine Meters with unique long-life hydro dynamic fluid bearing for application to general industrial liquids.

TYPE 7200

Ball bearing variant of Type 7100 Turbine Meters for application to cryogenic liquids, extremely clean liquids and two-phase flows.

TYPE 7300

Oil pipeline Turbine Meters with fluid bearing, designed to API 2534. Carbon steel body, high resolution output and calibration constant in round pulses per barrel.

TYPE 7400

Gas flow Turbine Meters with long-life self-lubricated ball bearings.

Special design features, many of which are unique and are the subject of world-wide patents or patent applications, include:-

- * Thrust free rotor incorporating feed-back passages which null balance the rotor thrust load throughout flow range.
- * Design reduces the effects of viscosity.
- * A true hydro-dynamic journal bearing with special dirt flushing and cooling features.
- * A reduction in the dynamic Reynold's number effect which occurs with low viscosity liquids at low flow rates, permitting the extension of precise linearity down to low flows.

84

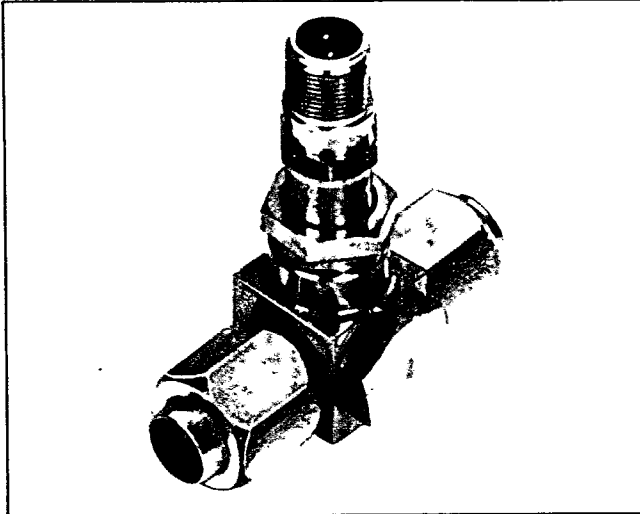


Tylors P Series 7500

PELTON WHEEL METERS FOR VERY LOW LIQUID FLOWS

Zat. 10

- Flow rates from 0.0009 m³/h (0.2 gal/h)
- Precision construction
- Wide operational temperature and pressure ranges
- Flow range selection simply by changing orifice in standard bodies



VERY LOW FLOWS — HIGH RESOLUTION ELECTRICAL FREQUENCY OUTPUT

SPECIFICATION

- Linearity:** ± 0.5% full scale over 10:1 flow range
 ± 1% of reading over upper 4:1 flow range (for flow totalising applications this can be extended to 7:1 using a special electronic linearising circuit. See E Series 900 — Publication No. 827.
- Repeatability:** ± 0.1% of reading.
- Pressure drop:** 1.3 bar (20 lbf/in²) at max. flow.
- Temperature range:** -265 to + 535 deg C.
- Pressure rating:** 85 bar (1 200 lbf/in²).
- End connections:** 3/4 in UNF or 1/2 in BSP

MATERIALS OF CONSTRUCTION

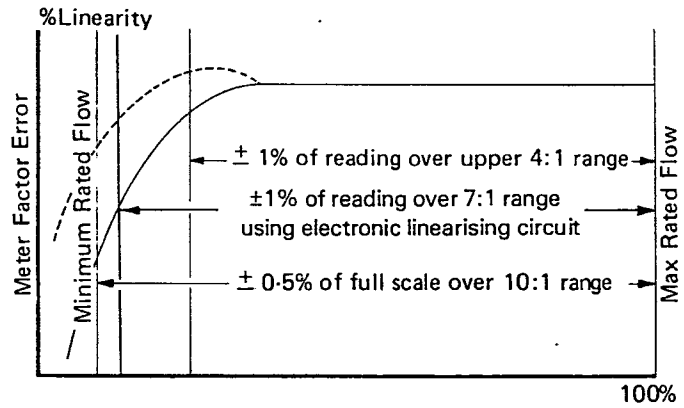
- Rotor:** 430 Stainless steel.
- Bearings:** 440 Stainless steel.
- Body:** 304 Stainless steel (may be replaced by 316 according to availability).
- 'O' ring seals:** PTFE standard. Other options available.

FLOW RANGE SELECTION

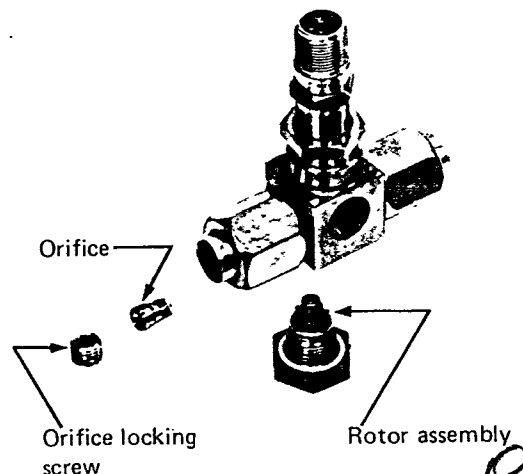
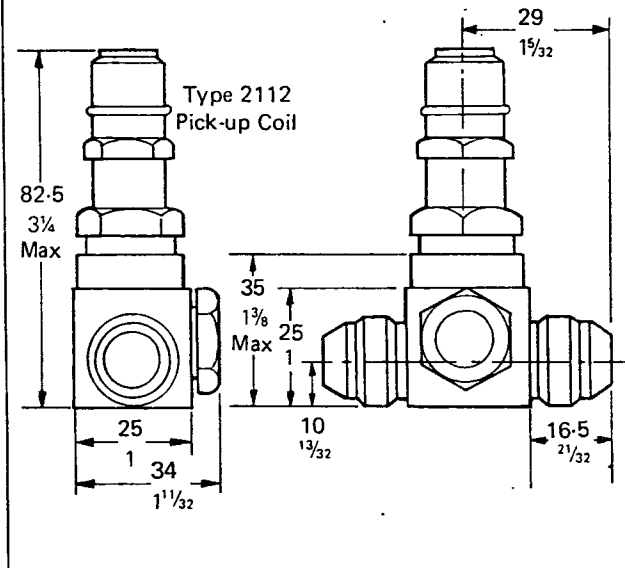
(Specified data is for water)

Type No.	Flow Range		Type No.	Flow Range		Type No.	Flow Range		
	min flow	max flow		min flow	max flow		min flow	max flow	
	m ³ /h	gal/h		m ³ /h	gal/h		m ³ /h	gal/h	
7502	.0016	.35	.014	3.1	7508	.019	4.15	.19	41
7503	.0034	.75	.032	7.0	7509	.025	5.5	.24	52
7504	.0059	1.3	.057	12.5	7510	.027	6.0	.3	65
7505	.0082	1.8	.08	17.5	7512	.045	10.0	.41	90
7506	.012	2.55	.115	25	7515	.068	15.0	.6	130
7507	.014	3.15	.145	32	7518	.102	22.5	.91	200

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

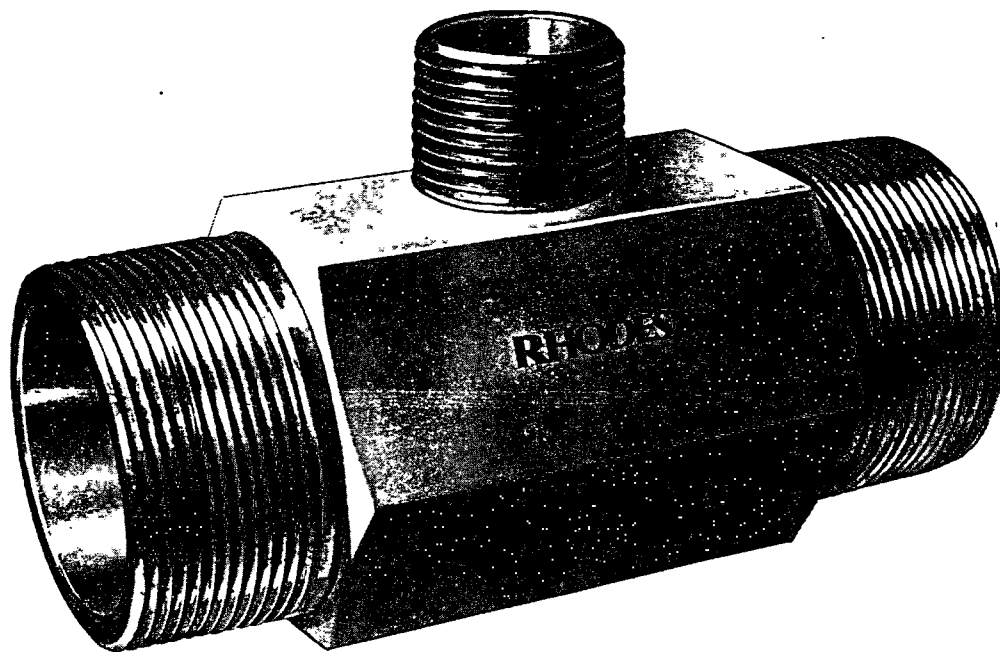


DIMENSIONS mm in



85

INDUSTRIAL TURBINE FLOWMETER



Rhodes RW-3 series turbine flowmeters are highly versatile, accurate and economical means of measuring or controlling flow.

Features

- Wide pressure and temperature range.
- Low pressure drop.
- Long life bearings.
- Calibrated field replaceable internals.
- Rapid response time.

Principle of Operation

The RW series turbine meters are electro-mechanical, volumetric flowmeters. As the axially mounted rotor turns, the blades induce an alternating current in the coil which surrounds a permanent magnet in the pick-up assembly. The frequency of this AC signal is directly proportional to the liquid velocity. When the flowmeter is calibrated the output frequency can be used for direct flow rate indication, totalising, recording or flow control.

Calibration

All Rhodes RW- series turbine flowmeters are individually calibrated using a primary standard weight/time calibrator. The scales are periodically

calibrated with weights traceable to U.S. Bureau of Standards, Washington. A printed calibration record for each meter is available upon request. Repair kits for 2" pipe sizes and smaller are pre-calibrated to a common "k" factor (output pulses per unit volume of liquid) for each size. It is thus possible, where nominal accuracy is required, to repair a meter by replacing its internal parts without recalibration.

Application

In the selection of turbine flowmeters, consideration of the effect of process corrosion, abrasion, lubrication and cleaning upon the meter bearings is of prime importance. Rhodes have selected sleeve type bearings because of their rugged construction and longer life. Our Sales Department will provide guidance to assist you in selecting a flowmeter suitable for your application.

Installation

RW series threaded turbine flowmeters are designed for mounting directly in the flow line and can be installed in any position. For best performance it is recommended that the meter be installed in a straight section of pipe to at least 10 pipe diameters upstream and 5 diameters downstream. An upstream filter is recommended to reduce bearing wear.

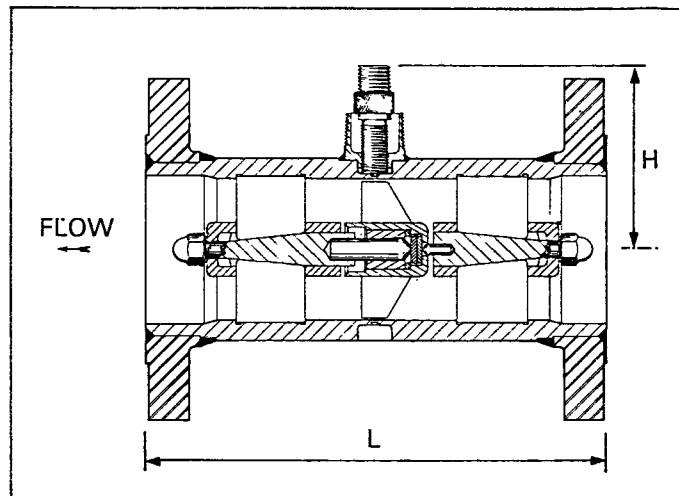
86

RHODES

RW4 Series Industrial Turbine Meter

Specification

- Linearity: $\pm .5\%$ of nominal "k" factor throughout the range.
- Repeatability: $\pm 0.1\%$ of indicated flow throughout linear range.
- Maximum overrange: Up to 150% of maximum flow rate for intermittent periods.
- Pressure rating: Flanged meters are limited by flange rating. Special flanges to ANSI 2,500 available on sizes up to 4" and up to ANSI 900lbs for 6" meters.
- Response time: 2-5 milliseconds for step change in flow rate.
- Temperature range: Standard pick up -73°C to $+107^{\circ}\text{C}$.
High temperature pick up -73°C to $+232^{\circ}\text{C}$.
Extended temperature range pick up -200°C to $+450^{\circ}\text{C}$.



Materials of Construction

- Body: Grade 316 stainless steel.
- Bearings and thrust bearing: Tungsten carbide or ceramic (optional)
- Rotor and supports: 17.4 PH stainless steel
- Rotor support retainers: Grade 18-8 stainless steel
- Rotor shaft: Tungsten carbide or ceramic (optional)
- Flange connections: Carbon steel or 316 stainless steel flanges are available. Standard rating ANSI 150 or 300lb raised face. Ratings to 2,500lbs are available on special request (limited to 900lbs for 6" turbine flowmeters).

Model No	Nominal Bore	L	H
RW4/0750	15.4	139.7	65.1
RW4/0750/30	15.4	139.7	65.1
RW4/1000	21.6	139.7	69.9
RW4/1500	33.1	152.4	76.4
RW4/2000	45.3	165.1	81.0
RW4/3000	79.2	254.0	98.4
RW4/4000	101.5	304.8	109.5
RW4/6000	152.4	355.6	134.9

Note: All dimensions in millimetres. Overall length is for unit flanged ANSI 150lb raised face.

Because of continuous development the U.S.A. manufacturer reserves the right to modify the design or specification without prior notice.

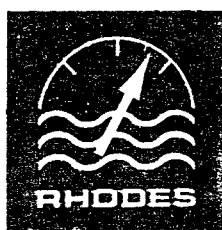
Model Number	Flange size (inch)	Flow Range		'k' Factor		Frequency Output (Hz)
		litre/minute	imp. gallon/minute	pulse/litre	pulse/imp. gallon	
RW4/0750	3/4	5-50	1.1-11	1204	5460	100-1000
RW4/0750/30	3/4	12-87	2.7-19	496	2250	100-1000
RW4/1000	1	24-240	5.3-53	248	1126	100-1000
RW4/1500	1 1/2	66-667	14.7-147	91	414	100-1000
RW4/2000	2	125-1094	27.4-241	48	216	100-870
RW4/3000	3	226-2264	50.0-500	11	60	50-500
RW4/4000	4	404-4040	88.8-888	6.2	34	50-500
RW4/6000	6	1132-11320	249-2490	2.2	12	50-500

'K' factor data based upon water calibration at 20°C

2/81/4M

Cat. Sheet Ref. FM 26

Contact our Sales Office for details of other Rhodes Flowmeter types and Electronic readout instruments



Rhodes & Son

Danes Road, Crow Lane, Romford, Essex.
Telephone: Romford 62333 Telex: 896084

A member of the **BSS** group of companies

87

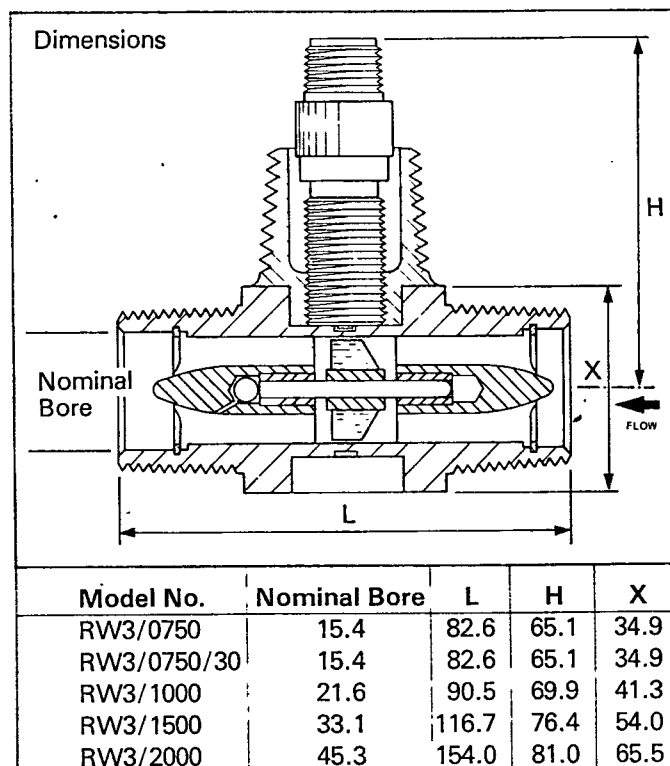
RW3 Series Industrial Turbine Meter

Specification

- Linearity: $\pm .5\%$ of nominal "k" factor throughout the range.
- Repeatability: $\pm 0.1\%$ of indicated flow throughout linear range.
- Maximum overrange: Up to 150% of maximum flow rate for intermittent periods.
- Pressure rating: $\frac{3}{4}$ " - 520 bar (7,500lb/in sq) maximum.
1", 1 1/2", 2" - 345 bar (5,000lb/in sq) maximum.
- Response time: 2-5 milliseconds for step change in flow rate.
- Temperature range: Standard pick up -73°C to $+107^{\circ}\text{C}$.
High temperature pick up -73°C to $+232^{\circ}\text{C}$.
Extended temperature range pick up -200°C to $+450^{\circ}\text{C}$.

Materials of Construction:

- Body: Grade 316 stainless steel.
- Bearings and thrust ball: Tungsten carbide or ceramic (optional).
- Rotor and supports: 17.4 PH stainless steel
- Rotor support retainers: Grade 18-8 stainless steel.
- Rotor shaft: Tungsten carbide or ceramic (optional).
- Thread: Series RW-2 Unified 3a with flared end.
- Connections: 3 MPT external.
3 BSP parallel external.



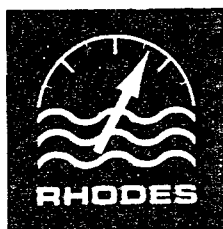
Note: all dimensions in millimetres

Because of continuous development the U.S.A. manufacturer reserves the right to modify the design or specification without prior notice.

Model Number	Thread Size (MPT or BSPPI)	Flow Range		'K' factor		Frequency Output (Hz)
		litre/minute	imp. gallon/minute	Pulse/litre	Pulse/imp. gallon	
RW3/0750	$\frac{3}{4}$ "	5-50	1.1-11	1204	5460	100-1000
RW3/0750/30	$\frac{3}{4}$ "	12-87	2.7-19	496	2250	100-1000
RW3/1000	1"	24-240	5.3-53	248	1126	100-1000
RW3/1500	1 1/2"	66-667	14.7-147	91	414	100-1000
RW3/2000	2"	125-1094	27.4-241	48	216	100-870

'K' factor data based upon water calibration at 20°C

Contact our Sales Office for details of other Rhodes Flowmeter types and Electronic readout instruments

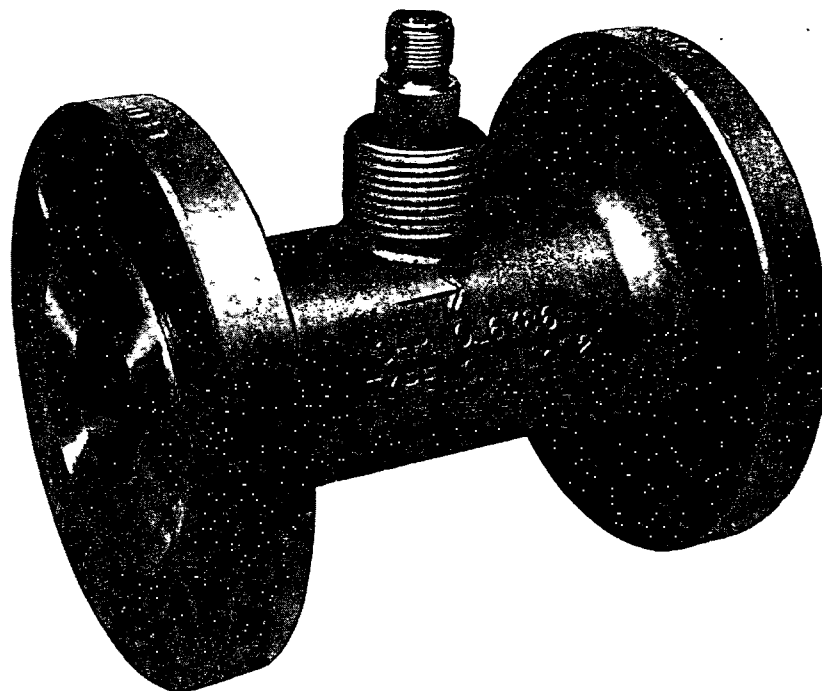


Rhodes & Son

Danes Road, Crow Lane, Romford, Essex.
Telephone: Romford 62333 Telex: 896084

A member of the **BSG** group of companies

INDUSTRIAL TURBINE FLOWMETER



Rhodes RW-4 series flanged turbine flowmeters are highly versatile, accurate and economical means of measuring or controlling flow.

Features

- Wide pressure and temperature range.
- Low pressure drop.
- Long life bearings.
- Calibrated field replaceable internals.
- Rapid response time.

Principle of Operation

The RW series turbine meters are electro mechanical, volumetric flowmeters. As the axially mounted rotor turns, the blades induce an alternating current in the coil which surrounds a permanent magnet in the pick up assembly. The frequency of this AC signal is directly proportional to the liquid velocity. When the flowmeter is calibrated the output frequency can be used for direct flow rate indication, totalising, recording or flow control.

Calibration

All Rhodes RW-series turbine flowmeters are individually calibrated using a primary standard weight/time calibrator. The scales are periodically

calibrated with weights traceable to U.S. Bureau of Standards, Washington. A printed calibration record for each meter is available upon request. Repair kits for 2" pipe sizes and smaller are pre-calibrated to a common "k" factor (output pulses per unit volume of liquid) for each size. It is thus possible, where nominal accuracy is required, to repair a meter by replacing its internal parts without recalibration.

Application

In the selection of turbine flowmeters, consideration of the effect of process corrosion, abrasion, lubrication and cleaning upon the meter bearings is of prime importance. Rhodes have selected sleeve type bearings because of their rugged construction and longer life. Our Sales Department will provide guidance to assist you in selecting a flowmeter suitable for your application.

Installation

RW series flanged turbine flowmeters are designed for mounting directly in the flow line and can be installed in any position. For best performance it is recommended that the meter be installed in a straight section of pipe to at least 10 pipe diameters upstream and 5 diameters downstream. An upstream filter is recommended to reduce bearing wear.

RHODES

PULSE TO ANALOGUE CONVERTER

Model DC/4 and DCA/4

The model DC/4 instrument converts contact closures or pulses from any Rhodes Flow Transmitter into a current or voltage analogue signal, suitable for feeding to potentiometric recorders, process controllers, data loggers etc.

In addition the model DCA/4 contains a meter for indication of flow rate in units such as gallons/min., litres/min., and cubic metres/hr.

The basic instruments to quarter rack dimensions can be supplied with a panel mounting bezel and bracket, or mounted in a half or full rack case.

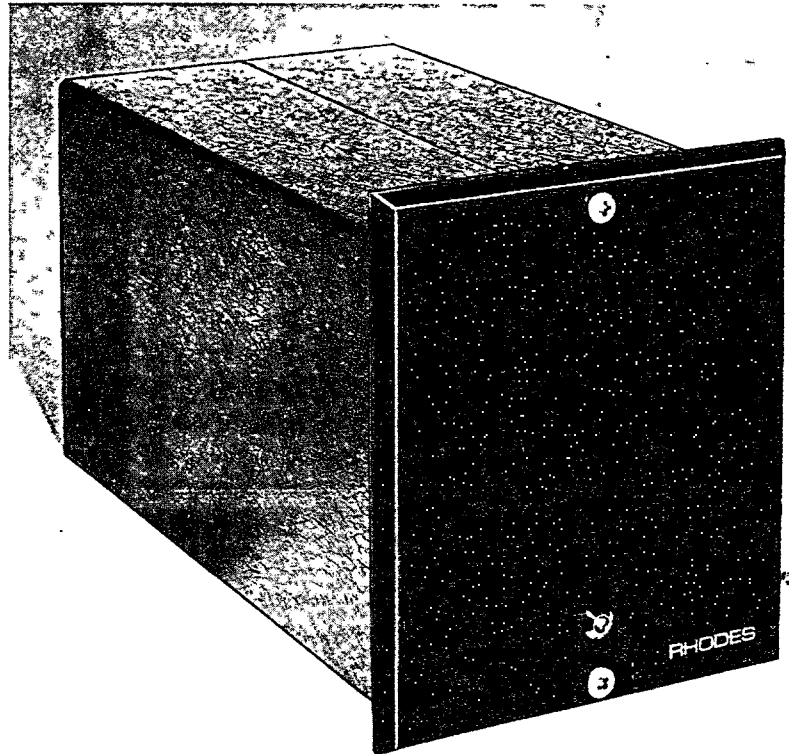
Instrument and function

The Rhodes pulse to analogue converter models DC/4 and DCA/4 accept signals from any of the Rhodes flowmeters, or any other transducer with a pulse output compatible with their input requirements. These pulse signals are converted to provide an analogue output in mA or mV suitable for feeding to standard process control instrumentation, laboratory recorders, or process plant data logger etc.

Standard signals 0-20 mA., 4-20 mA., 10-50 mA or 0-100 mV., 0-1V can be provided.

Application

The models DC/4 and DCA/4 are designed to meet the exacting standards of accuracy, reliability and ruggedness demanded in an industrial environment where instruments are installed for process control.



An option is included in the design to facilitate local indication via 0-1 mA meter mounted on the front panel.

An optional power supply circuit card and zener barriers can be provided for operation with the RHODES BASEEFA approved Intrinsically Safe Hoverflo and Lowflo converter, or any of the standard P/T and R/T transmitters used in intrinsically safe applications. For I.S. use transmission and power to the Hoverflo and Lowflo instruments is via a 2 wire screened cable link.

The DC/4 and DCA/4 can be mounted with up to 1200 metres separation between the flowmeter in the field and the DC/4, DCA/4 in the panel. Two core (2), or four (4) core screened cable must be used.

Specification Data

POWER REQUIREMENTS

110/240V a.c. \pm 10%, 40-60 Hz, 20VA max.

MAINS ON INDICATION

Neon Lamp on front panel.

FUSE

20 x 5mm: 1A at 120V a.c.; 500mA at 240V a.c.

INPUT FREQUENCY RANGE — STANDARD

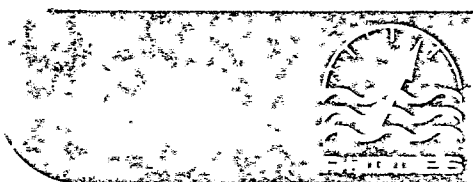
0-10 Hz to 0-300 Hz.

INPUT PULSE AMPLITUDE

+1V, pk-pk min., +12V pk-pk max. or contact closure.

LINEARITY

0-100% 0.5% F.S.D.



RHODES

FLOW TOTALISER AND SCALER

Model T/4 Flow Totaliser and S/4 Scaler

The Model T/4 and S/4 Flow Totaliser and Scaler computes the number of gallons, litres, etc., and presents them on six digit resetting type counter or transmits scaled pulses to receiving instruments, counters, relays etc.

This instrument will operate with a mains supply of 120/240V A.C. nominal.

The basic instrument to quarter rack dimensions can be supplied with a panel mounting bezel and bracket, or mounted in a half rack or full rack case.

Flow rate is available as an optional extra, models TA/4 and SA/4.

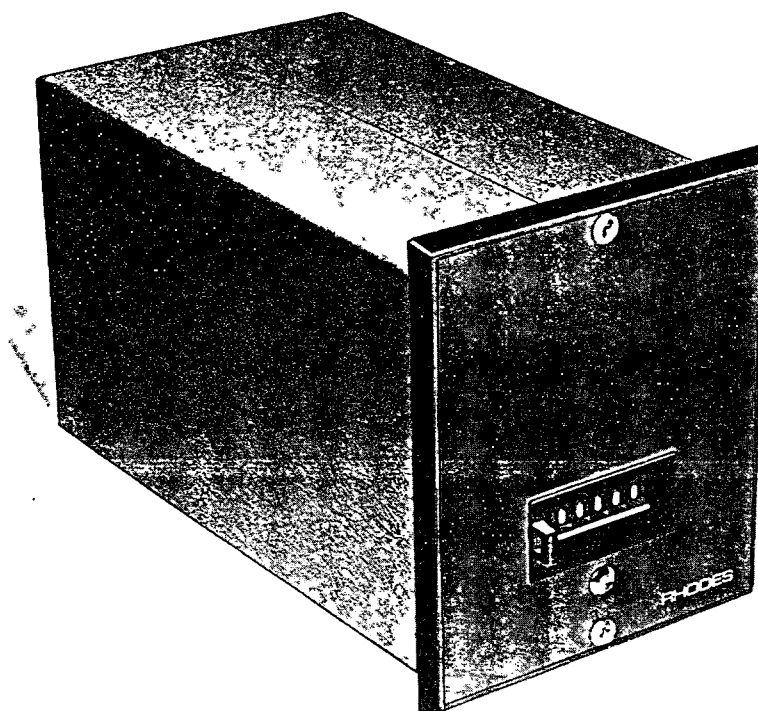
Instrument and function

Model T/4: This instrument converts the pulses received from any Rhodes transmitter into Flow Total such as gallons, litres etc. The Flow Total is presented on a 6 digit resetting counter. A 24 volts pulse output is provided to drive a remote counter, relay, etc.

Model TA/4: Similar to Model T/4, this instrument incorporates the necessary analogue circuitry to provide Rate of Flow in addition to Flow Total. The analogue signal is applied to a calibrated moving coil meter which is mounted above the totalising counter.

Model S/4: Similar to Model T/4 but without totalising counter.

Model SA/4: Similar to Model TA/4 but without totalising counter.



Application

Model T/4 is for use wherever flow total is required from any Rhodes Transmitter. The Flow total is presented in units of flow such as gallons, litres, etc. A pulse output to drive a remote counter or relay is provided. This mains operated instrument may be situated near to the transmitter or up to 1200 metres remote.

Model TA/4. Similar to Model T/4 but with the addition of flow rate. Rate display is available in units of flow such as gallons/min., litres/min. and cubic metres/hr.

Model S/4 is for use where a scaled pulse in engineering units is required from any Rhodes transmitter. Installation same as T/4.

Model SA/4 similar to Model S/4, but with the addition of flow rate indication. Rate display is available in units of flow such as gallons/min., litres/min. and cubic metres/hr.

The T/4, TA/4 or S/4, SA/4 can be mounted with up to 1200 metres separation between the flowmeter in the field and the instrument in the panel. Two (2) core or four (4) core screened cable must be used.

Specification data

POWER REQUIREMENTS

110/240V a.c. ($\pm 10\%$). 40-60 Hz
6VA max.

MAINS ON INDICATION

Neon lamp on front panel.

FUSES

20 x 5mm: 1 amp at 120V a.c./
550mA at 240V a.c.

INPUT PULSE AMPLITUDE

Contact closure or (+ 1V pk-pk
min., + 12V pk-pk max.).



RHODES

FLOW RATE AND INTERFACE INSTRUMENTS

Model A/4 Flow Rate Indicator

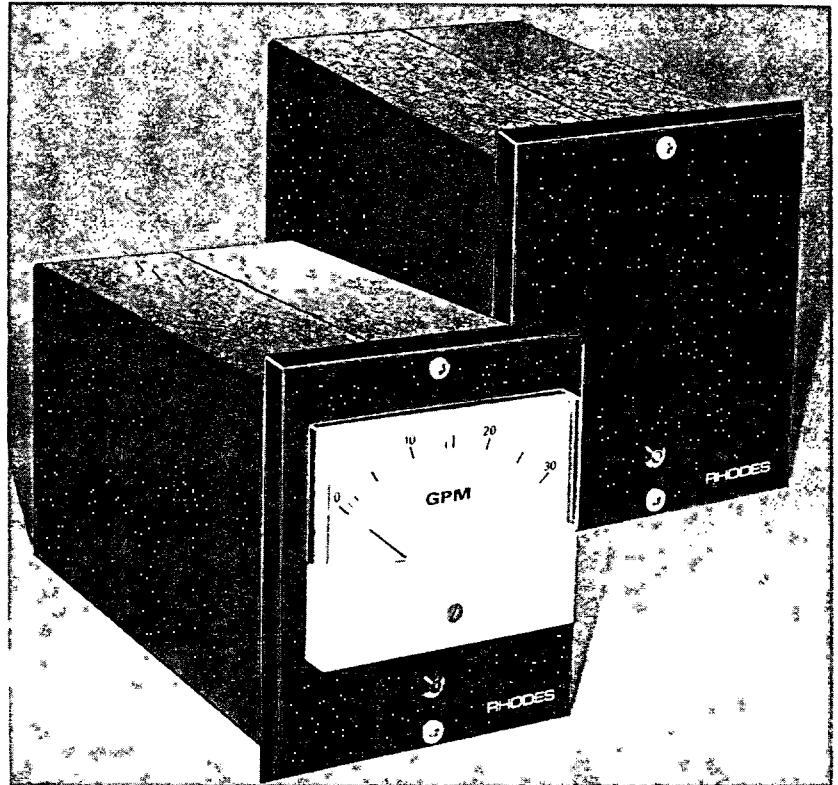
The A/4 flow rate indicator receives the pulses from the transmitter and converts them to flow rate. This rate of flow is indicated on a moving coil meter, calibrated in suitable units according to requirements, such as gallons, litres, etc. The A/4 indicator will operate with a mains input of 110 at nominal 240 volts. The basic instrument to ¼ rack dimensions can be supplied with a panel mounting assembly, or mounted in a ½ rack or full rack case. Or, alternatively, fitted to an existing standard 5 ¼" rack.

Instrument and Function

Model A/4. This instrument converts the pulses received from a Rhodes transmitter into an analogue signal. This signal is applied to a calibrated moving coil meter.

Application

For use where instantaneous and continuous rate of flow information is required. This mains-operated instrument may be situated near to the transmitter or up to a mile remote. The rate of flow is presented in gallons, litres, etc.



Model M/4 Multi-Isolator

Instrument and Function

This instrument receives the signal from a Rhodes transmitter and then provides three completely isolated outputs to drive three flow registering instruments of similar or differing types. The MA/4 is similar with the addition of a moving coil meter providing rate of flow in units such as litres per minute.

Application

To provide the means of connecting up 3 similar or differing flow registering instruments to a common transmitter. For instance, flow rate, flow total (TA/4) current output for control purposes

(DC/4) and flow alarm at two varying flow rates (FS/4) may be required in conjunction with a single transmitter installation. The MA/4 is similar with the addition of a moving coil meter providing rate of flow in units such as litres per minute.



RHODES

RHODES Flowmeters

The Rhodes system of liquid measurement is simple in design and operation.

The system consists of four types of transmitter, of similar operating principle and a comprehensive range of local or remote registering instruments including flowrate, total, batch control, alarm and current outputs etc.



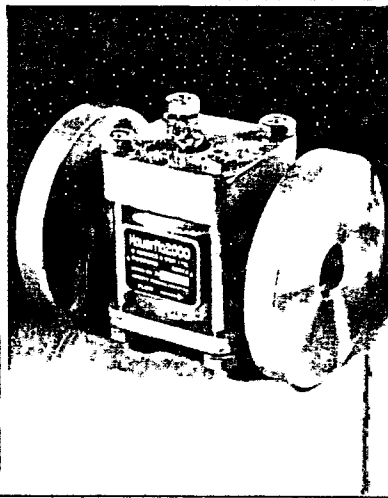
A fully flexible system

Intrinsic Safety Rhodes transmitters are approved for use in hazardous locations. Details of BASEEFA certification are available on request.

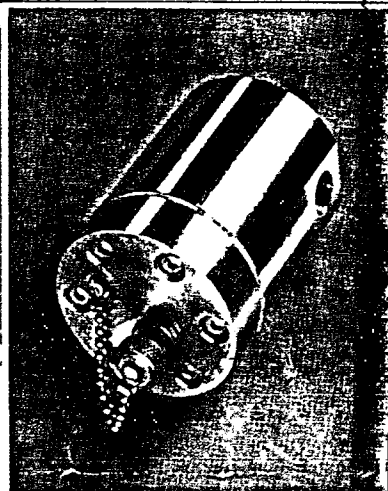
Associated Equipment We can provide additional equipment such as zener barriers, chart recorders, electronic to pneumatic converters, control valves, etc.

This bearingless turbine type transmitter is particularly suitable for aggressive chemicals and contaminated liquids. A ferrite rod is incorporated in the rotor assembly which is caused to rotate with stability by the line liquid, and the inductance of a pick-off coil which is located in the head cap varies with the proximity of the ferrite rod. The small change in inductance is sensed by a phase lock loop detector that is contained in the associated converter.

TRANSMITTERS



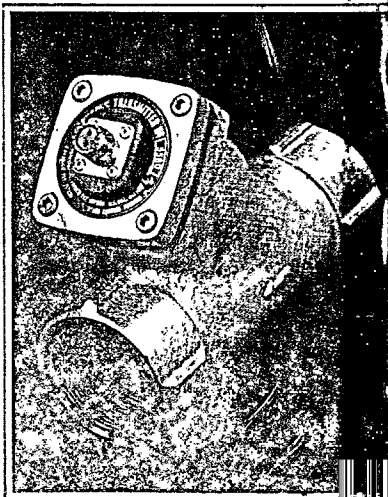
Model 'LOWFLO'
The 'LOWFLO' transmitter is for the measurement of extremely low rates of flow. Small ferrite pellets are incorporated in the rotor vane tips and the inductance of a pick-off coil located in the detector cap varies with the proximity of the ferrite tipped vanes. The small variation in inductance is sensed by a phase lock loop detector and the resultant low frequency signal drives a reed relay in the converter.



Model 'RT'
The model RT Transmitter is for pipes of less than 1" dia. A rotor is used instead of a propeller in order to receive an equivalent torque from the liquid to maintain a reasonable bearing size. This design provides for an adequate thrust from the liquid to the rotor blades with little restriction of flow. As in model PT every revolution of the rotor transmits two pulses to the registering instrument.



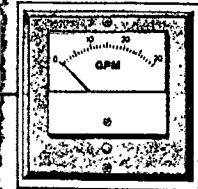
Model 'PT'
The main leg of the body forms part of the actual flow line and the other section at 45 degrees houses the propeller cartridge. An encapsulated permanent magnet is shaft driven from the propeller and this actuates a reed switch. For each revolution the reed switch contacts are closed twice and these closures give two pulses for every revolution of the propeller.



REGISTERING INSTRUMENTATION

Zat. 11

FLOW RATE

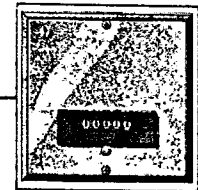


A/4

Model A/4

This instrument receives the pulses from the transmitter and converts them to flow rate. This is indicated on a moving coil meter, calibrated in suitable units such as gallons, litres per minute, etc.

FLOW TOTAL

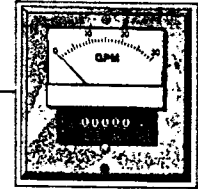


T/4

Model T/4

This instrument computes the number of gallons, litres, cubic metres, etc., and presents them on a 5 digit resetting counter.

FLOW RATE & TOTAL



TA/4

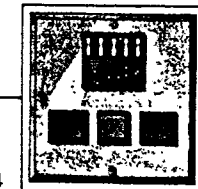
Model TA/4

Similar to model T/4 with the addition of a moving coil meter providing rate of flow in units such as gallons, litres per min., etc.

FLOW TOTAL & PULSE TO B4 BATCH CONTROL



TD/4



B/4

To pump or valve

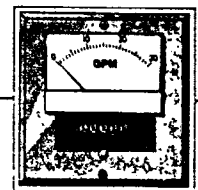
Model TD 4

Identical to model T/4 with the addition of a 24 volt D.C. Pulse Output to drive model B/4.

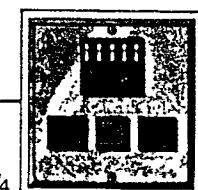
Model B 4

This batch controller is driven by Model TD/4 or Model TAD/4. It has 3 illuminated push buttons to initiate the various functions. Remote start of batch can be obtained via connections at the rear of the instrument.

FLOW RATE TOTAL & PULSE TO B4



TAD/4



B/4

To pump or valve

Model TAD 4

Similar to Model TD/4 with the addition of a moving coil meter providing rate of flow in units such as gallons, litres per minute, etc.

HIGH LOW ALARM (Indicator optional)



FS/4

To alarm or shutdown system

Model FS/4

This instrument provides 2 independent adjustable switch set points that can be easily set to any flow rate within the range of the associated transmitter. The changeover contacts of the relays are rated 3 amps, 250 volts non-inductive. Flow rate indication can be incorporated as an integral part of this instrument as an optional extra.

PULSE TO MA OR MV CONVERTOR (Indicator optional)



DC/4

Output to controller or recorder

Model DC/4

This unit converts pulses from the transmitter into current outputs proportional to flow as follows:
(1) An analogue signal to drive flow rate meter.
(2) Current output of 0.5, 1.5, 0.10, 0.15, 4.20, 10.50 mA or when a voltage output is required for a recorder, etc., a 0-100 mV signal is provided.



TM/4

Model TM/4

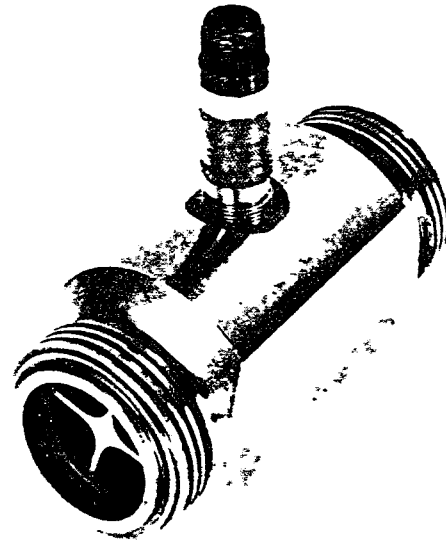
This instrument receives the signal from a Rhodes transmitter and then provides three completely isolated outputs to drive three flow registering instruments of similar or differing types.

DESCRIPTION

Five nominal bore sizes available, between 1/2in and 2in covering a flow range of 1.9 to 250 Imperial gallons per minute.

P-QS turbine meters are suitable for use in food processing industries, their clear and crevice free couplings making possible 'in-place' cleaning and sterilisation.

The rotor of the PQS turbine meter incorporates a loaded PTFE bushed bearing which runs on a stainless steel cantilevered shaft suspended from a single upstream hanger. The complete assembly is retained by a stainless steel circlip.



SPECIFICATION

Sizes:

1/2in, 3/4in, 1in, 1-1/2in and 2in

Linearity:

Sizes 1/2in and 3/4in:
 $\leq \pm 0.5\%$ of point over specified linear range
 $\leq \pm 0.25\%$ of point over restricted range
 Sizes 1in and above:
 $\leq \pm 0.25\%$ of point over specified linear range
 $\leq \pm 0.15\%$ of point over restricted range

Repeatability:

Sizes 1/2in and 3/4in:
 $\leq \pm 0.1\%$ of point
 Sizes 1in and above:
 $\leq \pm 0.05\%$ of point

Operating Temperatures:

-50 to +150°C

Performance Data:

All performance data relates to water. For information on other fluids refer to Kent Industrial Measurements Limited.

Maximum Pressure:

As limited by end couplings

End Couplings:

ISS or Talbot Stead screwed couplings

Materials:

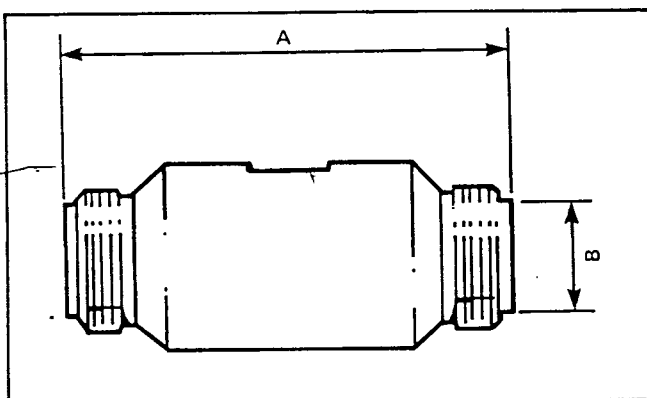
Bearing: Tungsten carbide
 Rotor: Stainless steel EN60 or F117 or equivalent
 Couplings: Stainless steel
 All other components: Stainless steel AISI 316 (EN58J) or equivalent.

Flow:

Unidirectional

Nominal Size	Minimum Linear		Maximum Linear		Extended Linear		Meter Factor ($\pm 10\%$)		Approximate pressure drop at max. linear flow (PSI)
	in	Imp gal/min	m ³ /h	Imp gal/min	m ³ /h	Imp gal/min	m ³ /h	per Imp gal	
1/2	1.9	0.52	15	4.1	20	6.8	6150	1355	15
3/4	2.5	0.68	25	6.8	29	7.9	2445	538.7	7.5
1	3.3	0.90	50	13.6	62	16.9	830	183	5.0
1-1/2	7.5	2.04	110	30	145	39.5	300	66	4.0
2	17	4.63	250	68.1	280	76.3	184	40.5	7.0

Dimensions



Nominal bore in.	End connection	B Bore of housing at entry in.	A Overall length length in.
1/2	1 in ISS	0.910 ± 0.005	4.32
3/4	1 in ISS	0.910 ± 0.005	4.32
1	1 in ISS	0.9380 ± 0.0005	4.50
1-1/2	1-1/2 in ISS	1.4005 ± 0.0005	5.25
2	2 in ISS	1.9105 ± 0.0005	6.50

9/4

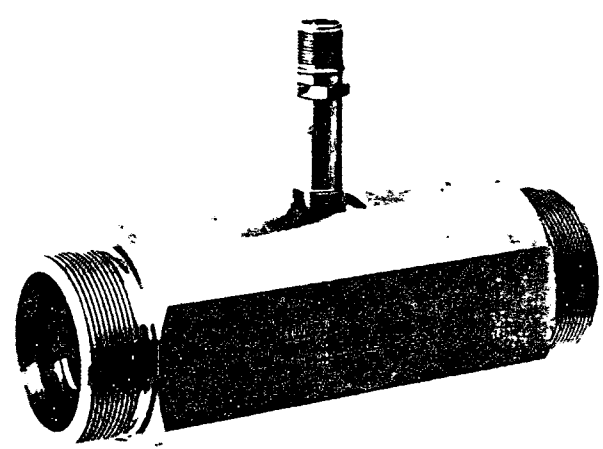
Specification

P-MS Turbine Meter

DESCRIPTION

Available in four nominal bore sizes between 3/4in and 1 1/2in, covering a flow range of 2.5 to 108 Imperial gallons per minute.

The rotor assembly is located between upstream and downstream hanger assemblies, which are assembled in a stainless steel body with ends threaded for use with Ermeto couplings.



SPECIFICATION

Sizes:

3/4in, 1in, 1 1/4in and 1 1/2in.

Linearity:

±0.5% of point over specified linear range
 ±0.25% of point over restricted range

Repeatability:

±0.1% of point

Operating Temperature:

-50 to +150°C

Maximum Pressure:

19.4kgf/cm² (275lbf/in²)

Meters suitable for pressures up to 350kgf/cm² (5000lbf/in²) are available on request

End Couplings:

Ermeto screwed couplings.

Materials:

Bearing and thrust washers: Tungsten carbide
 Rotor: Stainless steel EN60 or F117 or equivalent.
 Other components: Stainless steel AISI 316 (EN58J) or equivalent.

Performance Data:

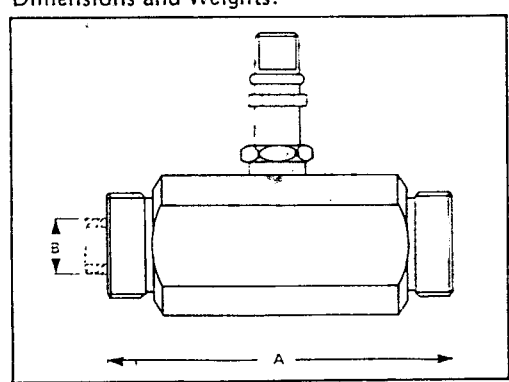
All performance data relates to water. For information on other fluids refer to Fluids in Use and Measurement Literature.

Flow:

B-directional

Nominal Size in	Minimum Linear		Maximum Linear		Extended Linear		Meter Factor (±10%) Pulses per Coil		Approximate pressure drop at max. linear flow (lbf/in ²)
	Imp gal/min	m ³ /h	Imp gal/min	m ³ /h	Imp gal/min	m ³ /h	per Imp gal	per Litre	
3/4	2.50	0.68	25	6.80	29	7.90	2500.00	550.00	11
1	3.30	0.90	50	13.60	62	16.90	1100.00	242.00	10
1-1/4	5.10	1.39	80	22.00	95	26.00	490.00	108.00	10
1-1/2	7.20	1.96	108	29.50	145	39.50	290.00	64.00	8

Dimensions and Weights:



Nominal bore size in	Ermeto coupling & nom. bore in	Mating pipe o/d. max.		Weight (approx)		A length overall		B Bore at inlet	
		in	mm	lb	kg	in	mm	in	mm
3/4	1 1/2	0.856	21.70	2.25	1.00	4.50	114	0.859	21.80
1	1	1.346	34.20	4.50	2.00	5.50	140	1.35	34.30
1-1/4	1-1/4	1.687	42.80	9.25	4.20	7.20	183	1.70	43.10
1-1/2	1-1/2	1.687	42.80	8.50	3.90	7.20	183	1.70	43.10

95

General Information and Specification

Turbine Meters

- High Accuracy
- Ranges from 0.1 to 8000m³/h
- Digital Output
- Small Size
- Intrinsically Safe Versions

Kent Turbine Flowmeters are designed to measure the flow of both lubricating and non-lubricating liquids over a flow range of 0.4 to 29,300 imperial gallons per minute (0.109 to 8000m³/h) in 21 different sizes. The meters offer good linearity ($\pm 0.25\%$ or $\pm 0.5\%$ dependent on type) and excellent repeatability ($\pm 0.02\%$ or $\pm 0.1\%$ dependent on type) over wide flow ranges (typically 10:1) and are suitable for use over a wide operating pressure and temperature span. The meter output is a digital signal directly proportional to the flow rate in a convenient form for processing.

Other general characteristics of the Kent Turbine Meter are its small size and weight relative to the pipeline, high throughput for a given meter size and high reliability with minimal maintenance.

The only moving component in the meter is the rotor and the only component subject to wear is the bearing assembly. On meters which use tungsten carbide as the bearing material there is a standard guarantee against wear for two years from the date of despatch, providing that the meter is operated within the published specification.

Five meter types are available to suit specific applications and requirements.

PMF/PMS – General purpose applications; bi-directional flow, flange or Ermeto screwed couplings; meter conforms to API 2534 requirements; temperature range -50 to +150°C.

PNF – High accuracy pipe line meter conforming to API 2534 requirements – rugged construction; uni-directional flow high pulse resolution; flange couplings; temperature range -50 to +150°C.

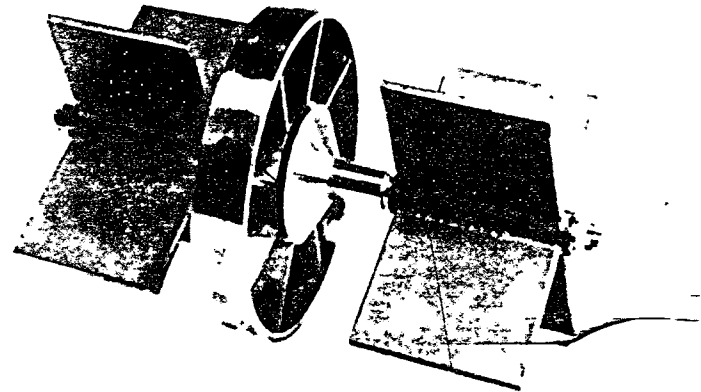
PPF/PPS – Special applications; low flow rates; corrosive liquids; extended temperature range; uni-directional flow; flange or Ermeto screw couplings; temperature range -200 to +150°C.

PQS – Hygienic design; suitable for in place cleaning and sterilisation, uni-directional flow, ISS screwed couplings; temperature range -50 to +150°C.

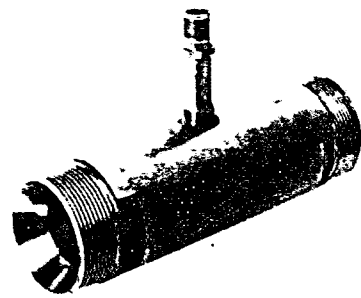
PRS – Liquid oxygen applications; non sparking construction materials; uni-directional flow; Yorkshire bull nose couplings; temperature range -200 to +150°C.

PRINCIPLE OF OPERATION

The basic construction of a Kent Turbine Meter is a bladed rotor suspended in the fluid stream with its axis of rotation parallel to the flow direction.



Detail of PNF Meter Internal Assembly



PRS Meter

The rotor is driven by impingement of the liquid on the blades and the angular velocity of rotation is proportional to the fluid velocity which in turn is proportional to the volume flow rate.

The rotation of the rotor is detected by a pick-off coil fitted to the outside of the meter housing. The output signal is a continuous train of voltage pulses of sinusoidal form with each pulse representing a small discrete volume of liquid.

Associated Kent electronics are available to provide a display of either total volumetric flow, flowrate indication, pre-set batching, automatic temperature correction, etc.

FLOATING ROTOR

All Kent Turbine Meters feature a patented floating rotor action which completely eliminates all end thrust and wear over the meter's near flow range improves the repeatability and extends the linear flow range.

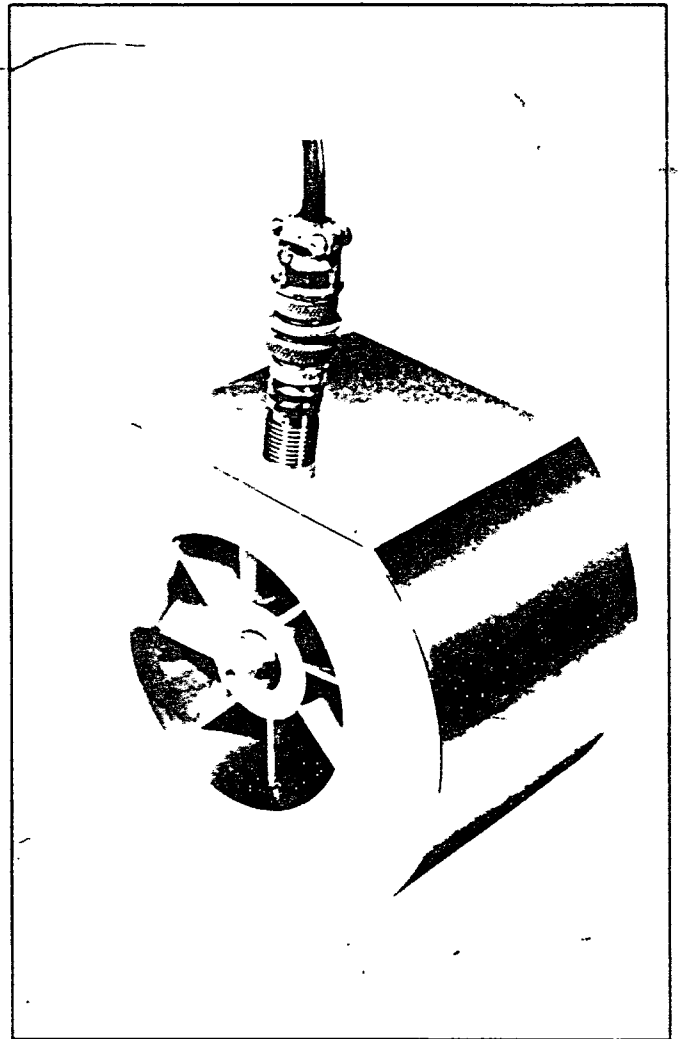
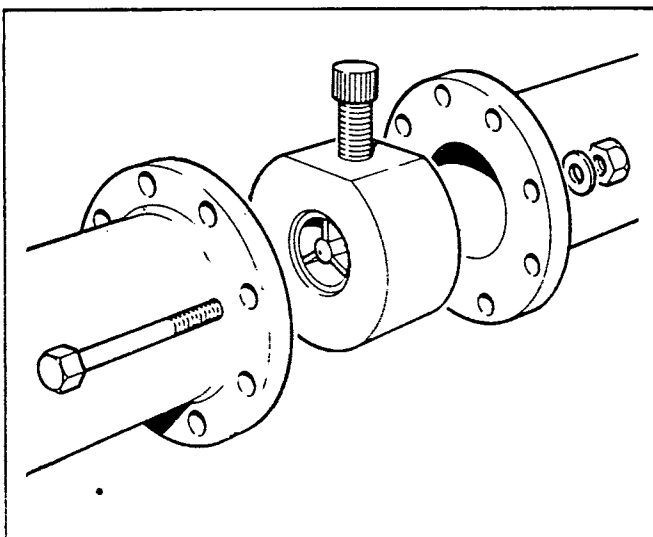
96

World of Flow 1

A High Performance Low Cost Turbine Flowmeter

The new Kent PTW range of Turbine Flowmeters offer:

- Low Purchase Cost
- High Accuracy
- Flow Range of up to 40:1
- Interchangeable Pre-Calibrated Internals
- Reduced Pressure Loss
- Unique Multi-Stage Hydraulic Balance of Rotor
- Wafer Housing Construction
- Easy Installation
- Intrinsically safe option



These features and full technical specification for the Meters are detailed in associated publications available from Kent Industrial Measurements Ltd. Flow Products. This 'World of Flow' leaflet describes the design aspects associated with the Multi-Stage Hydraulic Balance of the Rotor and the 'Meters' wide flow range.



BROOKS®
THE MEASURE OF EXCELLENCE

DESIGN
SPECIFICATIONS

BROOKS-Fractional Parity
Turbine Flowmeters

April, 1984

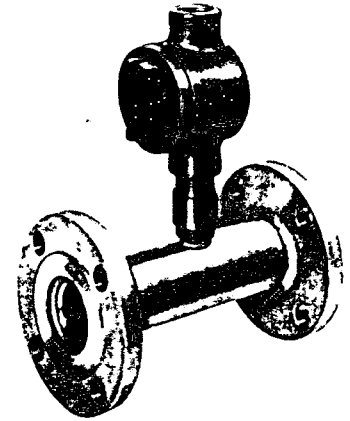
(Supersedes issue dated June, 1981)



Fractional Parity Turbine Flowmeter
with MS Tubing Connection.



Fractional Parity Turbine Flowmeter
with NPT Threaded Connections.



Fractional Parity Turbine Flowmeter
with ANSI RF Flanged Connections.

Description

The Brooks Fractional Parity Turbine Flowmeter line exemplifies all the proven and known advanced techniques in the Art of Measurement by the Turbine Principle. The meter's clean lines and simple configuration of components assure higher flow rates, extended flow range and sustained performance capability. The Parity Turbine Flowmeter is designed for use within the guidelines of API Standard 2534, (The Measurement of Liquid Hydrocarbons by Turbine Meter Systems), and the test procedures of API Standard 2531, (Mechanical Displacement Meter Provers).

Design Features

- Output linear with flow rate
- Rangeability of 10 to 1
- Explosion proof amplifier housing
- Superior accuracy and repeatability
- Compact design
- Tungsten Carbide Bearing - no lubrication required
- Variety of readout instruments available

Principle of Operation

Fractional Parity Turbine Meters are volumetric flow measuring and transmitting devices that produce output signals directly proportional to the rate of flow of the liquid product being measured. The primary output is a high resolution signal that is amplified and shaped by an integral amplifier mounted directly on the meter. This wave pulse can be fed directly to totalizing counters, digital readout devices or control equipment. The Parity Meter can accommodate up to two primary signals.

Applications

A small, economical meter, the Parity Turbine Meter is engineered for a wide range of applications and can be used on fuel metering systems, chemical and petroleum products, and other industrial applications requiring low cost and accurate flow measurement. It is also available for use on corrosive liquids.

Materials of Construction

- Housing: 303 Stn. Stl. (MS Tubing and NPT Models)
304 Stn. Stl. (Flanged Models)
- Rotor Support: 316 Stn. Stl.
- Rotor: Standard; 17-4 PH Stn. Stl. (All 1/2" Meters - Nickel)
- Bearings: Tungsten Carbide
- Shaft: Tungsten Carbide
- Thrust Washer: Tungsten Carbide

Specifications

Ratings

Pressure: ANSI Pressure - Temperature rating corresponding to flanges used.

Temperature:

Standard: -100°F to 500°F (-73°C to 260°C)

Optional (Consult Factory)

Low Temperature Pick-off: -450°F to 100°F
(-232°C to 38°C)

High Temperature Pick-off: (-0°F to 600°F)
(-18°C to 316°C)



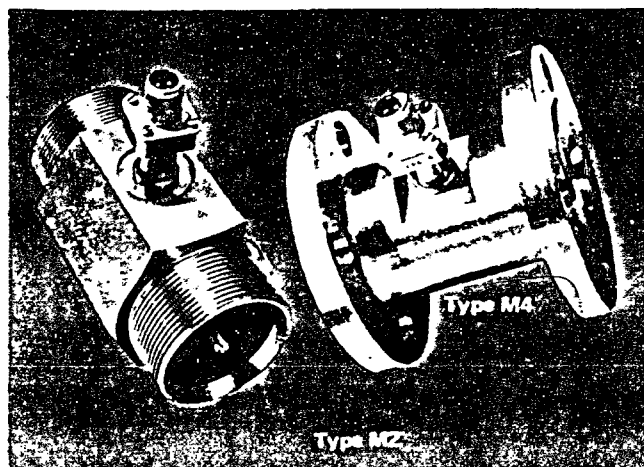
EMERSON

BROOKS INSTRUMENT DIVISION EMERSON ELECTRIC CO., STATESBORO, GEORGIA 30458

TELEPHONE: (912) 764-5471 TELEX: 54-6458

98

Turbine Flowmeters (Liquids) Type M2, M4



BALL RACE BEARINGS SUITABLE FOR CLEAN FLUIDS

SPECIFICATION

Repeatability:
Better than $\pm 0.05\%$.

Linearity:
Better than $\pm 0.25\%$ of reading over restricted flow range.*
Better than $\pm 0.5\%$ of reading over normal flow range.*
Better than $\pm 1\%$ of reading over extended flow range.*
*Under specified conditions.

Minimum operating back pressure:
10 psi (70kN/m²) for normal maximum flow rate.
30 psi (207kN/m²) for extended maximum flow rate.

Operating temperature range:
-200°C to +200°C with standard bearings, higher temperatures with special bearings.

Pickup:
Any one of the Bestobell Meterflow magnetic or energised pickups may be used.

Type M2

Screw end connections:
BSP (B) or UNF (U), ISS (S), RJT (R).

Maximum operating pressure:
3500 psi (24MN/m²).

Materials:
Stainless steel BS 970-316 S16 (AISI 316) throughout with exception of rotor (FV520) or BS 970-416 S21 stainless steel) and bearings (440C stainless steel).

Bearings:
Flanged open ball bearings.

Pressure drop:
Nominally 4 psi (27kN/m²) at normal maximum rated flow on meters 1½" (38mm) and above. Smaller meters show higher pressure drops.

Response time:
Better than 0.030 seconds for a 50% step change in flow rate.

Type M4

Flange end connections:
Standard USAS 150, 300, 400, 600, 900, 1500 and 2500 RF. Optional to DIN, BST, etc.

Maximum operating pressure:
According to flange rating specified.

APPLICATION

These meters are intended for use in clean fluids, including corrosive service. Filtration better than 40 microns is advised. For best performance, the meters should be installed with at least 10 flowmeter diameters of straight pipe upstream and 5 flowmeter diameters downstream. If swirl is present (caused by bends, valves, etc.,) then straightening vanes should be installed upstream of the flowmeter. Bestobell Meterflow can advise on best possible installation on request.

Meters can be designed to suit most applications. A complete range of Bestobell Meterflow electronics is available for readout. Rotors are dynamically balanced.



Pipeline Flowmeters

(Liquids High Resolution)

Type MV7

SPECIFICATION

Repeatability:
Better than $\pm 0.05\%$.

Linearity:
Better than $\pm 0.15\%$ over restricted flow range.*
Better than $\pm 0.25\%$ over normal flow range.*
Better than $\pm 0.5\%$ over extended flow range.*
*Under specified conditions.

Minimum operating pressure:
10 psi (70kN/m²) for normal flow range.
30 psi (207kN/m²) for extended flow range.

Operating temperature:
-200°C to +200°C with standard bearings, higher
temperatures with special bearings.

Any one of the Bestobell Meterflow magnetic or energised pickups may be used. One pickup position is standard. Up to three pickups may be fitted according to application.

Stainless steel BS 970-316 S16 (AISI 316) throughout with exception of rotor (FV520 or BS 970-416 S21 stainless steel) and bearings (Tungsten carbide, Haynes alloy, Ni-resist etc.).

Journal type, unlubricated.

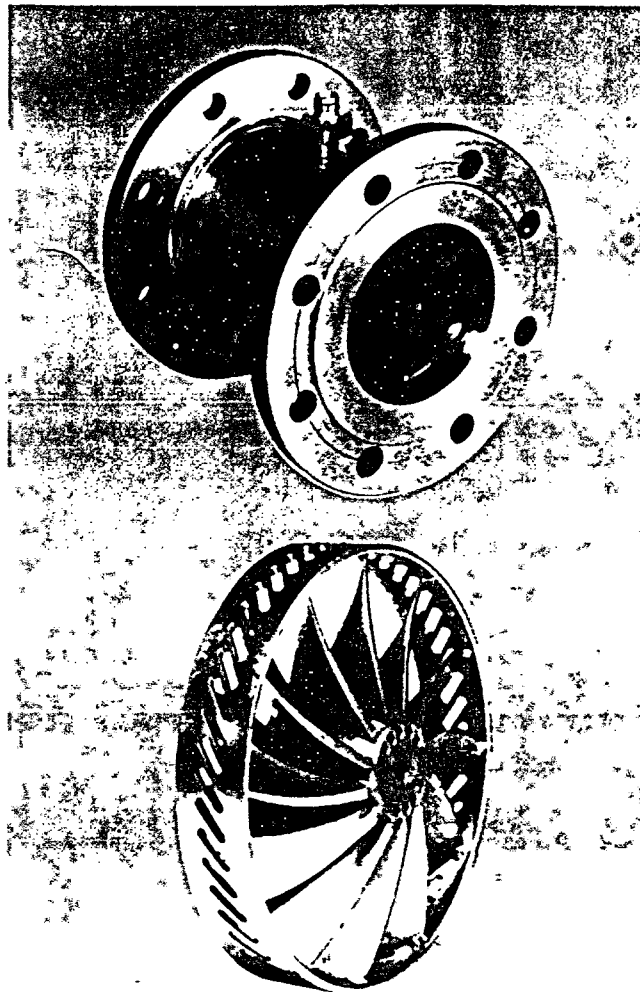
Nominally 4 psi (28kN/m²) at normal maximum flow.

Response time:
Better than 0.10 seconds for a 50% step change in flow rate.

Flange end connections:
Standard USAS 150, 300, 400, 600 RF. Optional to DIN, BST, etc.

According to flange rating specified.

Output:
The meters have a novel form of shroud ring designed to give increased resolution of output over the standard turbine meter design.



These meters are primarily intended for use on oil and viscous product pipelines operating up to 24 hours per day, where product changes are normal, and filtration of a low order. A $\frac{1}{16}$ " (1.6mm) filtration is adequate.

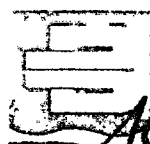
The meters should be installed in accordance with A.P.I. 2534 for optimum accuracy, and their pulse per unit volume per pickup meets the requirements of A.P.I. 2531 for proving.

Standard pickups available include B.A.S.E.E.F.A. certified flameproof and weatherproof versions, for Groups II and III gases (BS 229 1957). More than one pickup may be fitted. (See leaflet M-FB 2001/2.)

Flowstraighteners to A.P.I. 2534 recommendations can be supplied by Bestobell Meterflow, and a full advisory service is available.

Calibration on oil on Bestobell Meterflow's own independently certified mechanical displacement meter prover will be provided on meters up to 12" (300mm) size. (See leaflet 1007/NRP 11/77.)

Flow metering systems for all forms of pipeline control and custody transfer can be engineered by Bestobell Meterflow to suit most applications. A full range of Bestobell Meterflow electronics are available for use in these systems.



METERFLOW

Type M6H

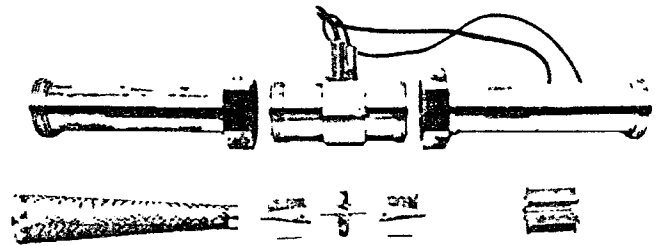
Performance/ Installation

Zat. 14

Performance

Type No. M6H	Nominal Size		Flow Range		Nominal Pulses	
	ins	mm	igpm	L/min	Per i.g.	Per litre
0750	0.75	19	4-30	18-135	2350	520
1000	1.00	25	8-70	37-320	1230	270
1250	1.25	32	11-90	50-410	780	170
1500	1.50	38	15-150	70-700	480	105
2000	2.00	50	25-250	110-1100	95	22
3000	3.00	75	50-500	220-2200	20	5

Example of Type Numbers:
M6H/1000/SU is 1" meter with ISS fittings uni-directional.
MGH/1000/RB is 1" meter with RJT fittings bi-directional.
Liquid Sensing Probe to be fitted, add/L. Example M6H/1000/L



Flowmeter Installation

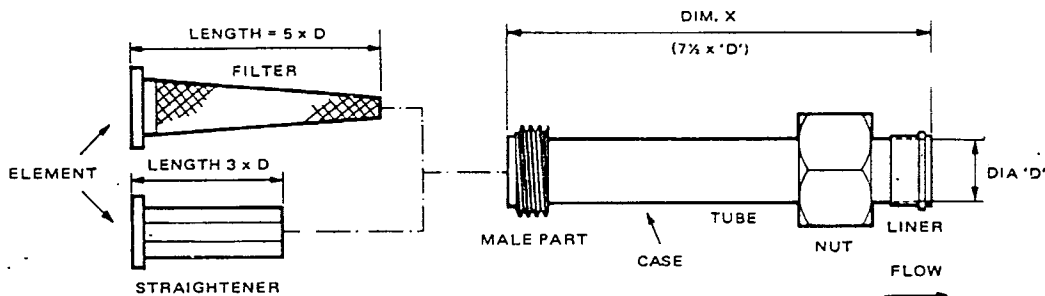
Nominal Size		L		H		D	
ins	mm	ins	mm	ins	mm	ins	mm
0.75	19	3.22	82	4.01	102	1.0	25
1.00	25	3.5	89	4.13	105	1.5	38
1.25	32	3.85	98	4.35	108	1.5	38
1.50	38	4.33	110	4.36	111	1.5	38
2.00	50	5.11	130	4.6	117	2.0	50
3.00	75	9.37	238			3.0	75

H dimension based on MIP8 pickup and connector. D dimension is outside diameter of standard mating pipe with wall thickness of 0.071, 65mm.

Filter or Flow Straightener Installation

Size 'D'	Filter Part No.	Straightener Part No.	Cases				Dim. X mm
			ISS	RJT	BSP	UNC	
1/2"		D72894/1			E72835/1	E72835/20	95.2
5/8"		D72894/2			E72835/2	E72835/21	119
1"	D72935	D72894/3	E72835/12	E72835/32	E72835/3	E72835/22	143
	D72935/1	B72879/1	E72835/13	E72835/33	E72835/4	E72835/23	190.5
1 1/4"	D72935/2	B72879/2	E72835/14	E72835/34	E72835/5	E72835/24	238
1 1/2"	D72935/3	B72879/3	E72835/15	E72835/35	E72835/6	E72835/25	285
2"	D72935/4	B72879/4	E72835/16	E72835/36	E72835/7	E72835/26	381
3"	D72935/5	B72879/5	E72835/17	E72836/37			571.5

Sizes in accordance with A.P.I. 2534 std. recommendations.



Bestobell Meterflow Limited reserve the right to change specifications without notice.



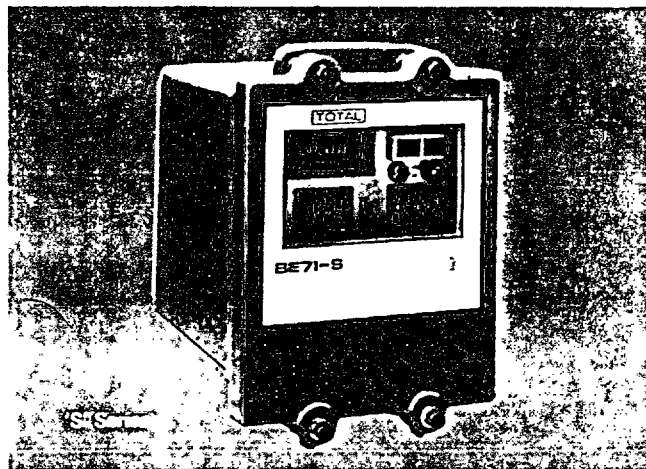
Rugged Electronics

PATENTED FEATURES

Application

The 'S' Series electronics are for use in heavy duty industrial environments, such as on road tankers or where hosing is a regular occurrence. Accessibility for wiring up and first line servicing is excellent, and fixtures for other than panel mounting are available. The units are mounted in a cast aluminium box, which has a removable front bezel allowing access to the plug in printed circuit boards and to the external connections terminal block, plus secondary user controls. The Bezel has a 0.25 ins. (6mm) closed cell foam rubber gasket to ensure a waterproof seal. Integrated circuit technology is used throughout in the 'S' Series and most components are mounted on only two printed circuit boards. These boards are designed such that incorrect positioning is impossible. With the low voltage version of the 'S' Series either positive or negative earth systems may be used, since the units have their own d.c. isolation. No precautions need be taken against earthing the 'S' Series case onto the vehicle chassis.

The 'S' Series is also available as a Batch Counter. See separate leaflet for details.



Specification

Ambient temperature:

-20°C to +60°C.

-40°C to +70°C storage only.

Input signal:

Between 10mV and 10V r.m.s.

Common mode rejection 60dB at 50Hz typical.

Impedance 5 k Ω nominal at 1 kHz.

Frequency 5Hz to 5kHz sinusoidal.

Power supply:

According to version 110, 220 volts (-10% +15%) at between 40Hz and 60Hz.

24 volts d.c. ($\pm 25\%$).

Consumption 15 watts quiescent 7 watts per counter.

Multipliers of 1, 10 and 1000.

Divider of 4 decades variable (1 to 9999).

Front panel controls:

According to type, the following controls are fitted:

Power on/off switch and neon.

Power supply fuse.

Liquid sensing test switch.

Amplifier gain control.

Liquid sensing sensitivity.

Dividing factor switches.

Front panel:

Reset switch for counter.

Weight:

18 lbs (8.2 kg).

Colour:

Meterflow blue.

Size:

7.5 ins (190mm) wide. 10.125 ins (260mm) high. 9.25 ins (235mm) deep.

Panel thickness:

Up to 0.5 ins (12mm).



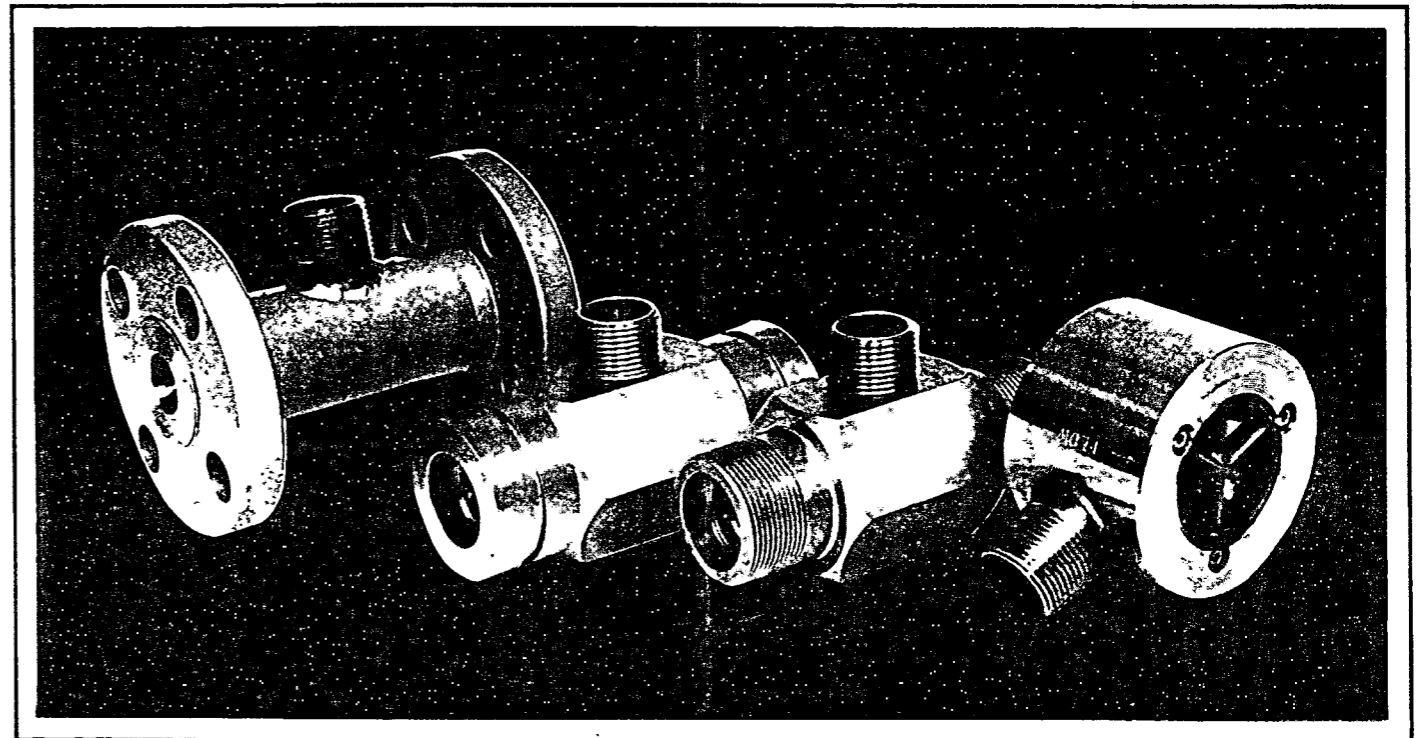
METERFLOW

102

Industry



Series 260 Industrial Turbine Flowmeters



FEATURES

- "Slip-In" flange mounting
- 150 to 2500-lb ANSI RF flanges
- Threaded connections thru 4-inches
- Grooved connections (Std/ES)
- 316 stainless steel bodies
- Carbon or stainless steel flanges
- Tungsten carbide bearings
- Temperatures to 850° F/450° C
- Uni- or bi-directional operation
- Simple installation/disassembly
- Two-wire, low-power preamplifier
- Used with all Fluidyne flow instruments

APPLICATIONS

- Flows from 0.3 to 4000 gpm
- Low to moderate viscosity liquids
- Aqueous solutions, acids, bases
- Light hydrocarbon products
- Liquefied gases (non-cryogenic)
- High pressure systems (to 10,000 psig)
- Petroleum loading/custody transfer
- Hydraulic test stand systems
- Chemical processing systems
- Water and waste treatment plants
- Food and beverage industries
- Pharmaceutical and cosmetic products

DESCRIPTION

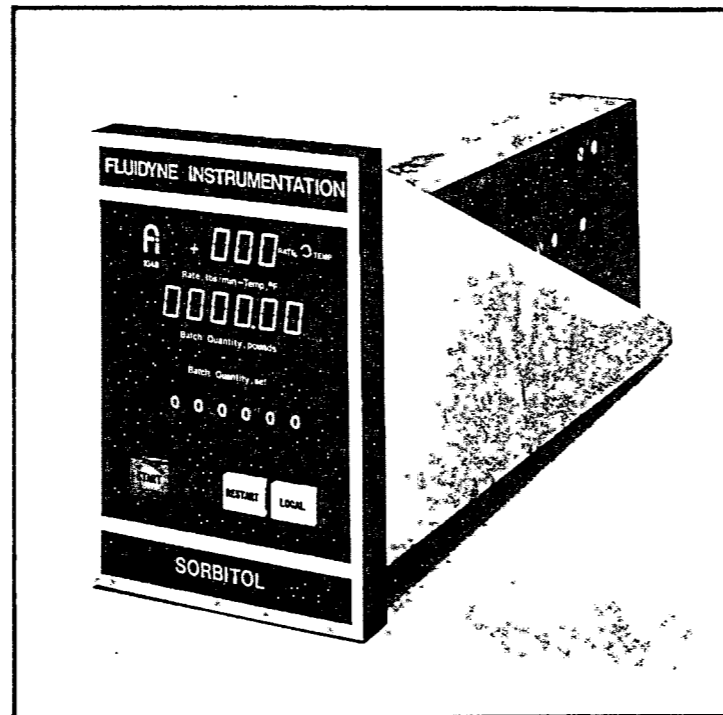
Fluidyne 260 series turbine flowmeters are designed for use with a wide range of low- to moderate-viscosity organic and inorganic liquids at pressures up to 10,000 psig (680 bar) and temperatures to 850° F (450° C). A variety of end connections are available in sizes from 3/8-inch to 8-inches with flow rates from 0.3 to 4000 gpm (1.1 to 15,000 liters/minute). Slip-in meters offer low cost combined with simple installation at 0.1% repeatability. Meters equipped with 150 to 2500-lb ANSI RF flanges offer repeatibilities of 0.02% and linearities of 0.25 to 0.5%. A complete range of electronic flow indication and batch control instrumentation is also available.

FLUIDYNE INSTRUMENTATION

AND A COMPLETE LINE OF ELECTRONIC FLOW INSTRUMENTATION

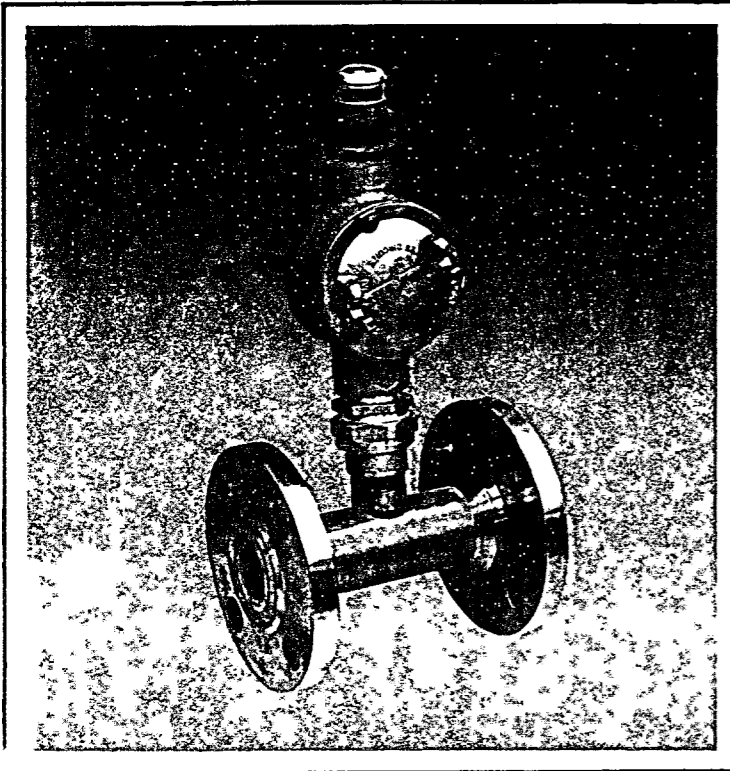
ELECTRONIC FLOW INDICATION AND CONTROL

Fluidyne manufactures a wide range of electronic flow instrumentation systems expressly designed for use with the 260 series industrial turbine flowmeters. These systems include volumetric and temperature/pressure-compensated flow totalizers, rate indicators, prover counters, batch controllers and pipeline leak detectors with unique remote data communication and control capabilities. Both uni-directional (single-phase) and bi-directional (quadrature-input) devices are available for high-resolution totalizing and digital flow rate indication. Batch controllers provide single- and two-stage (dribble) shut-off capabilities, while flow rate alarm systems and other specialized instrumentation protect high-value products against loss. Printers for hard-copy flow data or delivery tickets and magnetic-tape data recorders provide complete records for custody transfer or archival purposes. Unique linearization systems using EPROM technology increase the flow rate range and viscosity limits of the flowmeters for a given uncertainty limit. Non-linear temperature- and pressure-compensation systems are available.



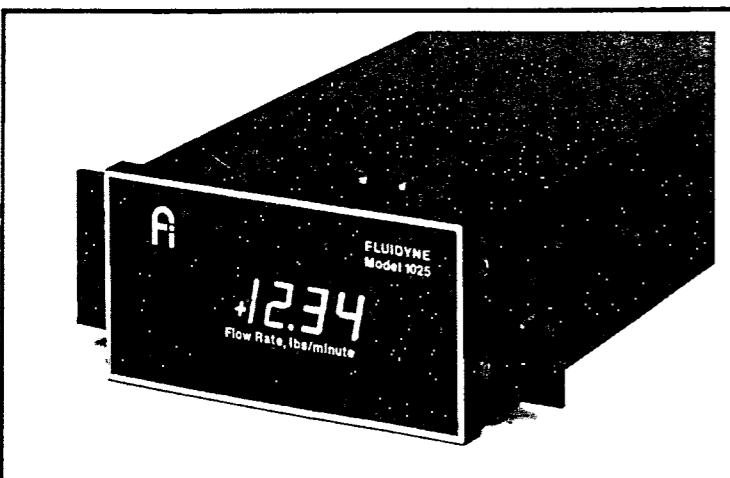
COMPLETE METERING SYSTEM RESPONSIBILITY

In addition to the 260 series industrial turbine flow transducers, Fluidyne Instrumentation manufactures the 210 series four-piston, 220 series gear-type and 240 series "Helix" positive-displacement transducers covering a flow rate range from 1 cm³/minute to over 4000 gpm. In conjunction with the advanced electronic flow instrumentation described above, Fluidyne can provide complete flow indication and control systems for liquids and slurries of virtually any viscosity, degree of contamination, percent dispersed solids, temperature and pressure. Fluidyne's unique design and application engineering capabilities acquired during more than 12 years of industrial flow measurement experience can be put to work solving your liquid metering problems, ranging from precision automotive fuel economy measurement and engine test stand instrumentation to pipeline custody transfer systems.



FLUIDYNE 2612 TWO-WIRE LOW-POWER PREAMPLIFIER

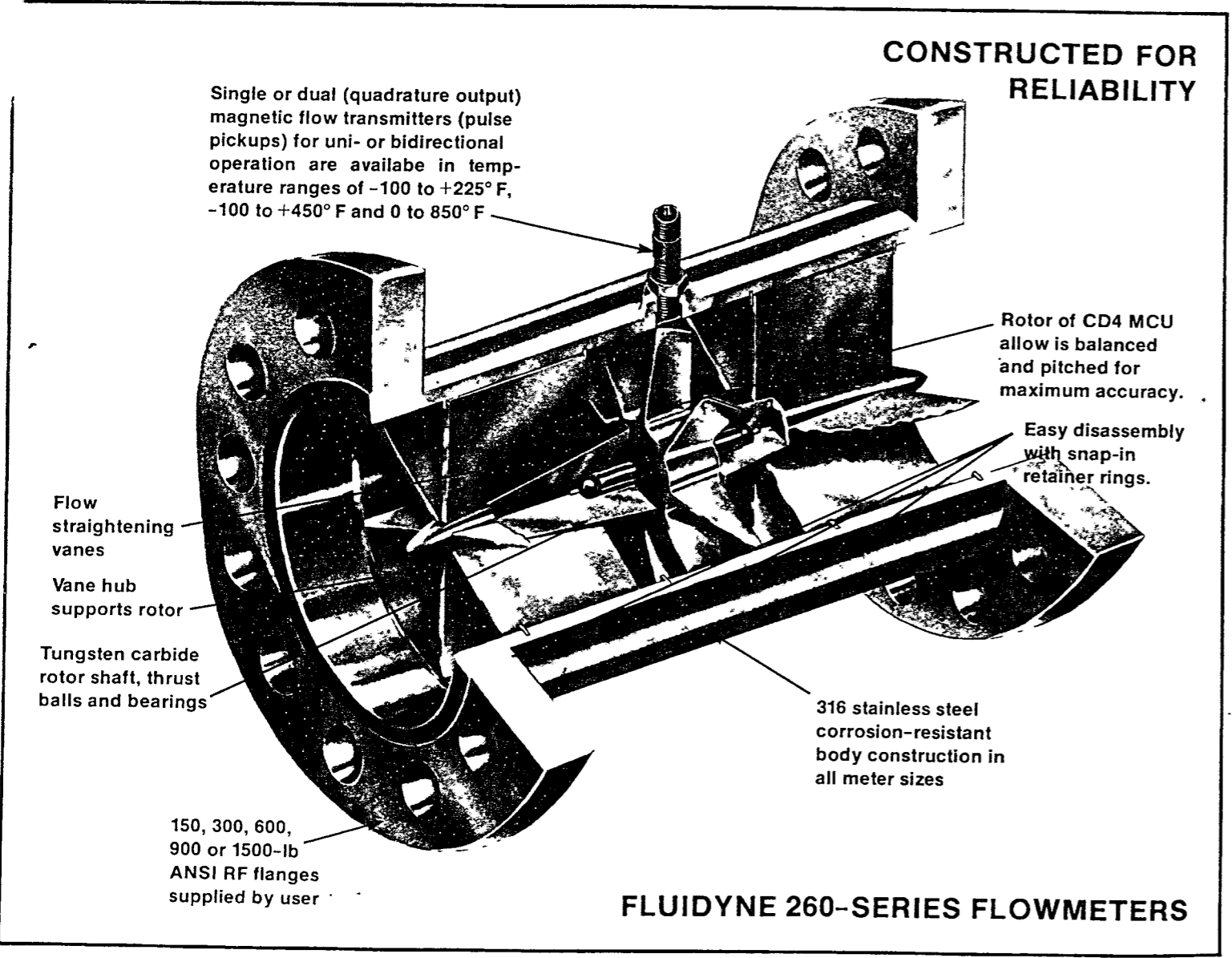
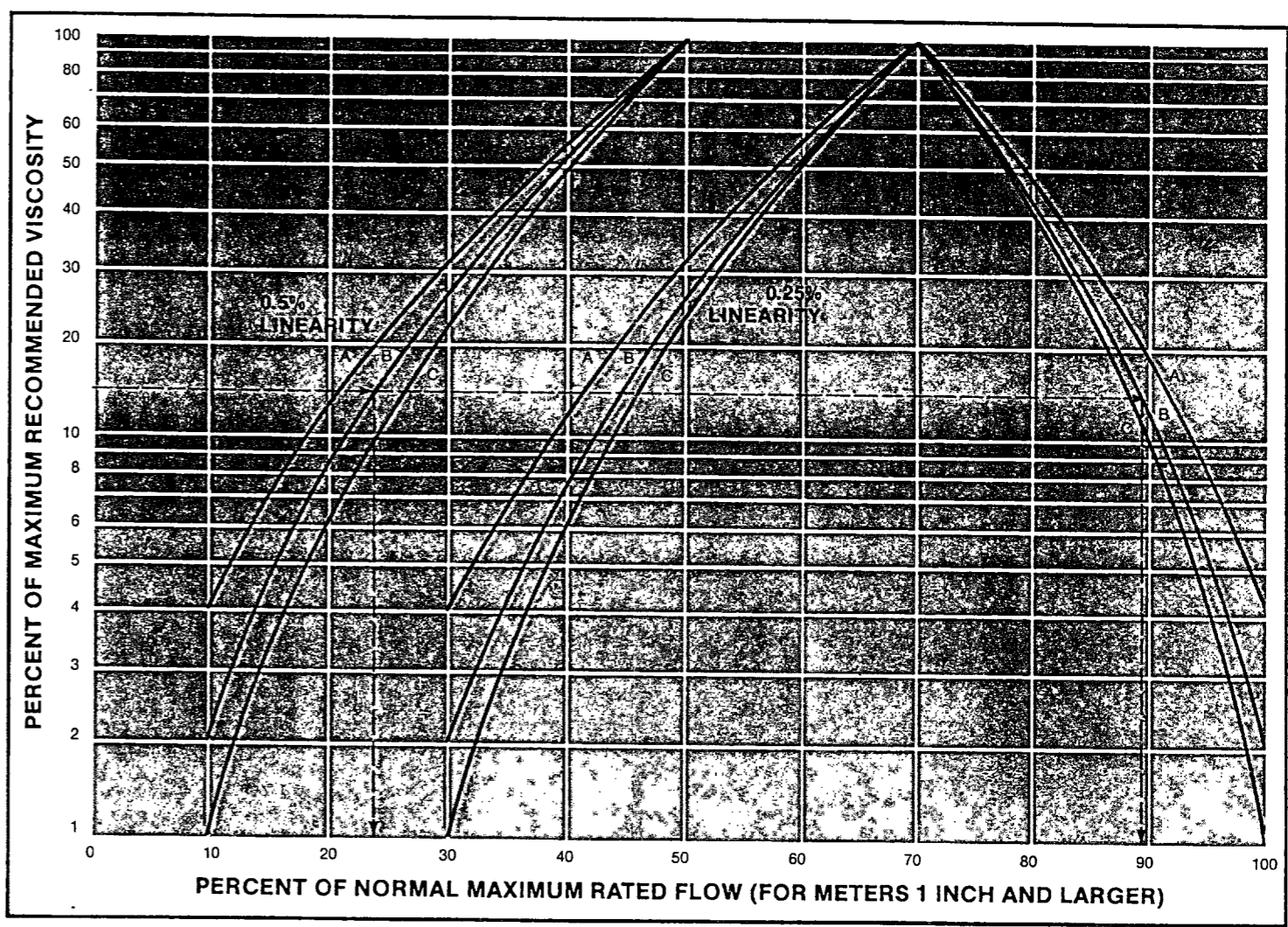
Although the output signal of the magnetic flow transmitters used with Fluidyne 260 series industrial turbine flowmeters can be applied directly to Fluidyne flow indicators and controllers equipped with adaptive-preamplifier input options, preamplifiers are recommended to increase the transmitter signal level when a significant distance exists between the meter and the associated electronic instrumentation. The Fluidyne model 2612 is a low-power preamplifier which converts the semi-sinusoidal output waveform of the transmitter coil to an approximation of a square wave having the same frequency. The preamplifier derives its power from the signal lines, thus a true two-wire device. All Fluidyne flow indicators and controllers provide a source of 12-volt d-c power for the preamplifier and are supplied with the required "pull-up" resistor installed. The preamplifier is enclosed in a Class I, Groups C and D explosion-proof housing with a mounting swivel for the meter conduit connection.



A COMPLETE RANGE OF INDUSTRIAL-GRADE TURBINE FLOWMETERS

WITH FULL TECHNICAL SERVICE AND PRODUCT BACKUP BY FLUIDYNE

METER SIZE INCHES	FLOW RATE RANGE (±0.5%)			METER FACTOR PULSES/GAL	MAXIMUM FREQUENCY HERTZ	ΔP, PSID (MAXIMUM) WATER	MAX. VISCOSITY	
	GAL./MIN.	LITERS/MIN.	BARRELS/HR.				CST/KS	SSU
1/2	0.3-5	1.1-11	0.1-1	20,000	1,000	4	5	46
3/4	0.75-7.5	3.4-34	1-10	3,000	1625	4	5	60
1	2-15	7.6-57	3-20	3,000	750	18	5	73
1 1/4	5-50	19-190	7-70	920	765	20	25	117
1 1/2	15-180	57-681	21-250	330	990	16	50	233
2	40-400	151-1510	54-540	55	365	20	100	465
3	60-600	227-2270	88-880	57	570	16	150	690
4	10-1200	378-4540	142-1708	29	680	16	200	920
6	200-3000	757-11460	283-4250	7	350	12	250	1150
8	350-4800	1325-15100	500-5708	3	200	11	300	1390



VISCOSITY EFFECTS ON FLOWMETER ACCURACY

Turbine flow transducers are used only with low- to moderate-viscosity liquids due to the fact that they rely solely on the kinetic energy of the liquid to turn the rotor which senses the average velocity of the flowing stream. As viscosity increases, the viscous drag on the rotor tips and bearings also increases, resulting in a slowing of the rotor speed at constant stream velocity, as well as an increase of the pressure drop across the transducer. Thus increasing viscosity will both reduce the meter factor (pulses/gallon) and limit the flow rate range over which the meter will register at a given uncertainty. The ratio of the liquid's kinetic energy to its viscous drag is defined as Reynolds' Number (Re).

With or without linearization systems, the upper operating flow rate of the transducer will be limited by viscosity due to pressure drop across the rotor. Although bearing lubricity generally increases with higher viscosities, the forces on the rotor bearings and the bending stress applied to the rotor blades will eventually reach unacceptable levels for a reasonable service life. These limits are shown by the right-hand set of curves in the above graph.

As the repeatability of a turbine flow transducer is relatively unaffected by changes in viscosity, prediction of the meter factor at any given flow rate and viscosity can be made by plotting the meter factor versus Reynolds' Number over the expected range of flow rates and viscosities. This process, which can be both laborious and expensive, results in a "universal flowmeter curve" which can be used to program a special Fluidyne compensating flow indicator/totalizer to minimize linearity errors. The combined cost of the creation of the universal flowmeter curve and the special linearizing instrumentation will usually exceed the cost differential between a turbine and a displacement flow transducer and thus is only justified when displacement meters are subject to premature in-service failures due to inexcusable contaminants (e.g., in sandy crude service).

HOW TO USE THE 260-SERIES TURBINE FLOWMETER RANGEABILITY DERATING CURVES

The lower flow rate limit for a specific linearity (without compensation) and the maximum allowable flow rate are determined by the viscosity of the liquid. Maximum viscosities for meters larger than 1-inch are determined as those which result in the maximum rated pressure drop at 70% of maximum rated flow. For meters less than 1-inch, 5 cps has been established as an arbitrary limit. To determine the linear range, determine the actual liquid viscosity as a percent of maximum viscosity. Extend a horizontal line to the intersection with the line corresponding to the flowmeter size (A = 1-in., B = 1-1/2-in. and C = 2-in. and larger). Read minimum and maximum flow rates by dropping a vertical line to the abscissa from these intersections. In the example above, for a 1-1/2-inch meter operating 7.5 cps (15% of 50 cps), the minimum flow rate for 0.5% linearity is 41 gpm (23% of 180 gpm) and the maximum 158 gpm (88% of 180 gpm).

High Performance Turbine Flowmeters

EFM flowmeters are precision designed to provide high orders of performance, accuracy, and reliability under the severest conditions encountered in the Oil, Gas, Petrochemical, Chemical and other Industries.

CALIBRATION

All EFM flowmeters are individually calibrated under stringent laboratory control.

Where flowmeters are intended for use in fiscal or custody transfer applications, EFM will be pleased to co-operate in arranging for independent certification tests in accordance with the regulatory requirements of the Government or Authority concerned.

INTRINSICALLY SAFE

All EFM flowmeters are certified for intrinsically safe operation to Certificate No. IS6033.

MATERIALS

Stainless Steel throughout.
Type F alternatively fitted with carbon steel flanges.

BEARINGS

Liquids — Tungsten Carbide/Stellite sleeve
Gases — Shielded ball Stainless Steel
Alternative bearings are fitted for special applications such as cryogenics, contaminated gases etc.

ASSOCIATED ELECTRONICS

A comprehensive range of electronic signal conditioning and read-out equipment is available for use in conjunction with all EFM flowmeters (see page 10).

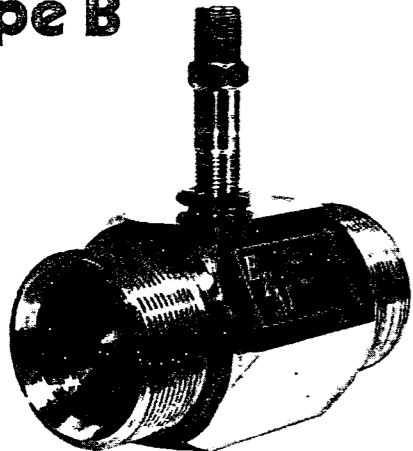
General Specifications

LIQUIDS

GASES

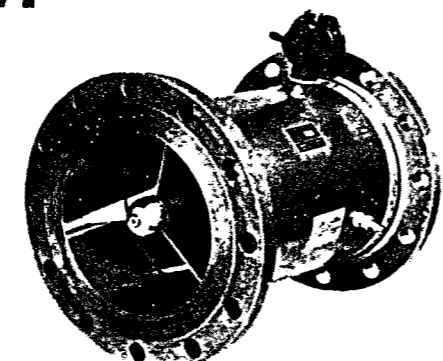
ACCURACY	Linearity (10% to 100% flow range) ± 0.25% for viscosities of 5 centistokes or less. Repeatability: 0.05%	+ 1% over 10% to 100% flow range (inclusive of linearity and repeatability)
MAXIMUM PRESSURE	Threaded Meters — 4000 lbf/in ² (250 kg/cm ²) Flanged Meters — according to flange specification	Threaded Meters — 4000 lbf/in ² (250 kg/cm ²) Flanged Meters — according to flange specification
PRESSURE DROP (Approx.)	4 lbf/in ² (0.25 kg/cm ²) at 100% flow range (SG1, 1 centistoke viscosity)	Less than 1 in w.g. at 100% flow (gas density 1.29 mg/cm ³)
TEMPERATURE RANGE	Tungsten Carbide Pinions/Asbestos filled PTFE Sleeves: to - 200°C Tungsten Carbide Pinions/Stellite Sleeves: -50°C to + 400°C Open Ball Bearings: -50°C to + 250°C (clean liquids only)	Shielded Ball Bearings: -50°C to + 150°C
MINIMUM OUTPUT VOLTAGE	25mV at 10% of flow range	
ELECTRICAL CONNECTIONS	Either Cannon Connector Type GSO2-10SL-4P-111 (supplied with mating connector Type MZ106-E10SL-4S(c) or a ½ in. conduit box with terminal block connections.	

Threaded Meters Type B



Sizes (Nom. Bore): ¼ in to 2 in (6 to 50mm)
Connections: BSP and Metric Pipe Threads

Flanged Meters Type F



Sizes (Nom. Bore): ¼ in to 20 in (6 to 500mm)
Connections: ASA 150, 300 and 600 or British Standard and DIN equivalents supplied as standard. Higher Ratings ASA-900, 1500 & 2500 available to special order.

Liquid Flow Ranges

Type No.		Nominal Bore		Normal Operating Range		Maximum Operating Repeatability Range	
F Flanged Connections	B Threaded Connections	in	mm	g/min	m ³ /h	g/min	m ³ /h
F/¼/1	B/¼/1	¼	6	0.1 — 1	0.028 — 0.275	0.06 — 1.5	0.0168 — 0.412
F/¼/2	B/¼/2	¼	6	0.2 — 2	0.055 — 0.55	0.12 — 3	0.033 — 0.82
F/½/4	B/½/4	½	12	0.4 — 4	0.11 — 1.1	0.24 — 6	0.066 — 1.165
F/¾/8	B/¾/8	¾	15	0.8 — 8	0.22 — 2.2	0.48 — 12	0.132 — 3.3
F/1/15	B/1/15	1	15	1.5 — 15	0.4 — 4	0.9 — 27	0.24 — 6
F/1/30	B/1/30	1	18	3 — 30	0.8 — 8	1.8 — 45	0.48 — 12
F/1/60	B/1/60	1	25	6 — 60	1.6 — 16	3.6 — 90	0.98 — 22
F/1½/125	B/1½/125	1½	37	12.5 — 125	3.4 — 34	7.5 — 187	2.04 — 51
F/2/250	B/2/250	2	50	25 — 250	6.8 — 68	15 — 375	4.08 — 102
F/3/500	—	3	75	50 — 500	13.5 — 135	30 — 750	8.1 — 202
F/4/1000	—	4	100	100 — 1000	27 — 270	60 — 1500	16.2 — 404
F/6/2000	—	6	150	200 — 2000	55 — 550	120 — 3000	33 — 825
F/8/4000	—	8	200	400 — 4000	110 — 1100	240 — 6000	66 — 1165
F/10/7000	—	10	250	700 — 7000	190 — 1900	420 — 10000	114 — 2550
F/12/10000	—	12	300	1000 — 10000	270 — 2700	600 — 15000	162 — 4050
F/16/15000	—	16	400	1500 — 15000	400 — 4000	840 — 21000	240 — 6000
F/20/25000	—	20	500	2500 — 25000	700 — 7000	1500 — 37500	420 — 10500

NOTES: If ball bearings are used, minimum flow range can be reduced by a factor of 2

Gas Flow Ranges

Type No.		Nominal Bore		Normal Operating Range		Maximum Operating Repeatability Range	
F Flanged Connections	B Threaded Connections	in	mm	ft ³ /min	m ³ /h	ft ³ /min	m ³ /h
F/¾/8	B/¾/8	¾	15	0.5 — 3.75	0.88 — 6.6	0.375 — 4.5	0.66 — 7.92
F/1/15	B/1/15	1	15	1 — 7.5	1.6 — 12	0.75 — 9	1.2 — 14.4
F/1/30	B/1/30	1	18	2 — 15	3.2 — 24	1.5 — 18	2.4 — 29.0
F/1/60	B/1/60	1	25	5 — 30	6.4 — 48	3 — 36	4.8 — 58.0
F/1½/125	B/1½/125	1½	37	6 — 60	10 — 100	3 — 72	5 — 120
F/2/250	B/2/250	2	50	12 — 120	20 — 200	6 — 144	10 — 240
F/3/500	—	3	75	24 — 240	40 — 400	12 — 288	20 — 480
F/4/1000	—	4	100	48 — 480	80 — 800	24 — 576	40 — 980
F/6/2000	—	6	150	100 — 1000	160 — 1600	50 — 1200	85 — 2000
F/8/4000	—	8	200	200 — 2000	320 — 3200	100 — 2400	170 — 4000
F/10/7000	—	10	250	300 — 3000	500 — 5000	150 — 3600	250 — 6000
F/12/10000	—	12	300	450 — 4500	800 — 8000	200 — 5400	340 — 9000
F/16/15000	—	16	400	675 — 6750	1200 — 12000	350 — 8100	600 — 14000
F/20/25000	—	20	500	1000 — 10000	1700 — 17000	500 — 12000	850 — 20400

NOTES: For all sizes up to and including 1½ in. the minimum flow range can be reduced by a factor of 2 when the flowmeters are used at pressures in excess of 100 lbf/in² (7kg/cm²).
All Gas flowmeters up to 2 in. whether for maximum or normal flow ranges must be fitted with an electronic pickup.

Bearings Selection Table

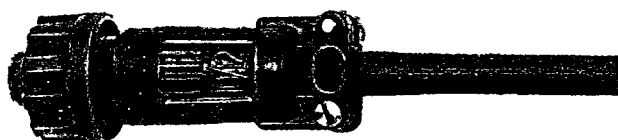
Type	Meter Sizes	Temperature Range	Typical Applications	Remarks
Liquids Tungsten Carbide/ Stellite Journal	$\frac{1}{2}$ in to 20in (6mm to 500mm)	-50°C to + 400°C	General liquids, Heat Exchangers, Water Injection Meters etc., also where dirty liquids are encountered	No filter required. High temperature pick-up coil is required above + 250°C. Not suitable below 10% flow range on $\frac{1}{2}$ in (6mm) and $\frac{1}{2}$ in (13mm) meters. Not suitable below 5% flow range on $\frac{1}{2}$ in (19mm) to 20in (500mm) meters.
Liquified Gases Asbestos Filled Teflon PTFE	$\frac{1}{2}$ in to 20in (6mm to 500mm)	-200°C	Cryogenics	Filtration recommended
Gases Shielded Ball Sealed Ball	$\frac{1}{2}$ in to 12in (6mm to 300 mm) 4in to 20in (102mm to 500 mm)	-50°C to + 150°C -50°C to + 150°C	General Gases Contaminated Gases	Recommended for low flow applications (clean gases only). Suitable for gases containing solid particles in suspension.
Clean Liquids Open Ball	$\frac{1}{2}$ in to 3in (6mm to 75mm)	-50°C to + 250°C	Liquids with Lubricating Properties (such as Hydraulic Oil)	Filtration recommended

Pick-up Connectors and Barriers

'Floating' Connector

The standard mating electrical connector is supplied free with each pick-up unless specified otherwise.

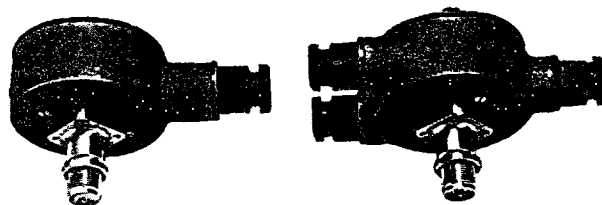
The mating connector is hoseproof to IP.65 and suitable for most industrial applications.



Conduit Box Connector — 1-way and 3-way

The conduit connector is useful where a more robust type of electrical connection is required or where conduit is used for cable protection.

The 3-way conduit connector is typically required when a liquid sensor probe is provided.

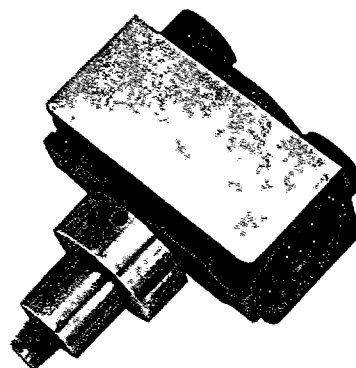


P25 — Waterproof Connector

The MIP25 connector provides waterproof protection for the MIP8 MK.II or MIP30 pick-ups to IP.67 and is suited to rugged industrial conditions.

Electrical connections are made to an internally fitted terminal block with clamp screws able to accept up to 1.5mm cable. The cabling is fed through one of two conduit entries, with the conduit pipe terminated with 20mm conduit thread.

The enclosure is available in either cast aluminium alloy or cast iron.



Safety Barriers — For use in intrinsically safe applications with pick-ups MIP30, BEP5 MK.II and BEP20

The barriers provide an intrinsically safe circuit to BS.1259 for use in Class 1, Division 1, Groups A, B, C and D in approved systems.

Supply to the pick-up'
28V barrier — 300 ohm

Return Signal from the pick-up:
10V barrier — 50 ohm



Bestobell Meterflow products are marketed through the world-wide Bestobell Mobrey sales network.
FOR MORE INFORMATION CONTACT:



Head Office: Bestobell Meterflow Ltd. Royston Road, Baldock, Herts, England SG7 6NS
Telephone STD (0462) 892228 Telex 82483

Bestobell — an International Group

The right is reserved to amend, without notice details given in this publication.

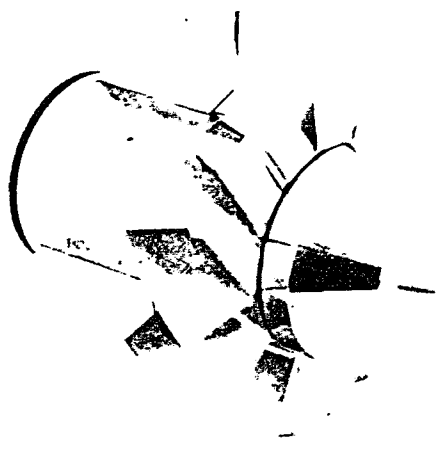
108



AOT Systems



TRI-VANE SERIES TURBINE FLOWMETERS



TURBINE METER ASSEMBLY

- Unique new design
- Compact construction
- Easy maintenance
- Pressure capability up to 100 BAR
- Sized 4" – 12" (100 mm – 300 mm)
- ANSI 150 – 300 – 600 rated. Flanged ends
- NACE capability
- High accuracy
- BASEEFA approved
- Wide flow range

REPLACEMENT CAPSULES

- Pre-calibrated measurement capsule
- Tungsten carbide bearings
- Field replaceable
- Dynamically balanced
- Low pressure loss

CALIBRATION

All AOT "TV" series meters are individually calibrated on water using an inhouse BCS certified, meter prover under stringent laboratory control.

HAZARDOUS AREA USE

Intrinsically safe (I.S.) operation is covered by BASEEFA Certificate No. EX78187.
Flameproof (FLP) operation is covered by BASEEFA Certificate No. EX79125.
Enclosures to NEC 500 can also be supplied (UL Listed).
(Consult factory to determine which flowmeters and pick-ups have cover).

ASSOCIATED ELECTRONICS

A comprehensive range of electronic signal conditioning, control and read out equipment is available for use with all AOT flowmeters.

The Tri-Vane Turbine Flowmeter is a unique new design featuring a single bearing support with cantilevered rotor assembly.

Field proven precision measurement is now available with low pressure drop together with simple on site maintenance.

The replacement capsules are available as pre-calibrated modules and are low cost inventory units.

Tv or ore pi can be fitted where there is a pulse integrity.

VISCOSITY EFFECTS

AOT flowmeters can be used over a wide range of viscosities.

In practice Tri-Vane meters are best suited to low viscosity applications (up to 25 centistokes) but may be used up to 200 centistokes. Since Turbine flowmeters measure volumetrically they are unaffected by changes in specific gravity, however the calibration is affected by viscosity change.

As viscosity increases for any given size of meter, the lower limit of the linear range is increased. Additionally the number of output pulses per unit volume changes slightly on the linear part of the range. These effects are directly related to the Reynolds Number. Under these conditions better linearity is attained by selecting a meter to operate at the higher end of its flow range and if necessary into over-range.

FLOW RANGES

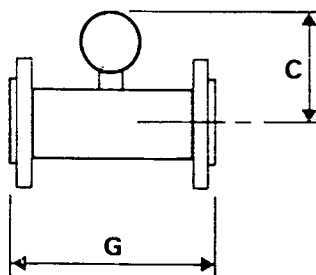
Type No.	Nominal Bore		Normal Operating Range			Maximum Operating Repeatable Range		
	in	mm	imp g/min	US g/min	m /h	imp g/min.	US g/min	m /h
TV/4/1000	4	100	100 – 1000	120 – 1200	27 – 279	60 – 1500	72 – 1800	16.2 – 404
TV/6/2000	6	150	200 – 2000	240 – 2400	55 – 550	120 – 3000	144 – 3600	33 – 825
TV/8/4000	8	200	400 – 4000	480 – 4800	110 – 1100	240 – 6000	288 – 7200	66 – 1165
TV/10/7000	10	250	700 – 7000	830 – 8300	190 – 1900	400 – 9000	500 – 11000	114 – 2550
TV/12/10000	12	300	1000 – 10000	1200 – 12000	270 – 2700	600 – 15000	700 – 17500	162 – 4050

GENERAL SPECIFICATION

ACCURACY	Linearity: $\pm 0.25\%$ of reading for up to 5cts. viscosity Repeatability: 0.02% based on 95% confidence level
MAXIMUM PRESSURE RATING	According to flange specification
PRESSURE DROP (approx)	3.5lbf/in ² (0.24 kg/cm ²) at 100% flow range (SG = unity, 1 centistoke viscosity)
TEMPERATURE	-20°C to +200°C (fitted with standard pick-up)
MINIMUM OUTPUT	25mV rms at 10% of flow range
ELECTRICAL CONNECTIONS	Conduit box with terminal block connections (conduit box specification dependent on certification requirements)

MATERIALS SPECIFICATION

BODY (ALL SIZES)	Stainless Steel (or Carbon Steel to order)
FLANGES	Carbon Steel (or Stainless Steel to order)
ROTOR	Stainless Steel – ANSI 321 or ANC 20/21
BEARING SUPPORT ASSEMBLIES	Stainless Steel – ANSI 316 or ANSI 321
CIRCLIPS	Stainless Steel – ANSI 321 or ANSI 304
BEARINGS	Tungsten Carbide Pinions and Sleeves



PHYSICAL DIMENSIONS

Size	C (in)	C (mm)	G (in)	G (mm)
4	10	(254)	11.25	(286)
6	11	(279)	11.75	(298)
8	12-1/4	(311)	12.75	(324)
10	13-1/4	(336)	12.75	(324)
12	14-1/4	(362)	13.5	(343)

NOTE: Face to Face dimensions (G) are constant irrespective of the flange rating.

The Company reserves the right to amend or withdraw this specification at any time without notice.



HYDRIL
Automatic Oil Tools
Systems

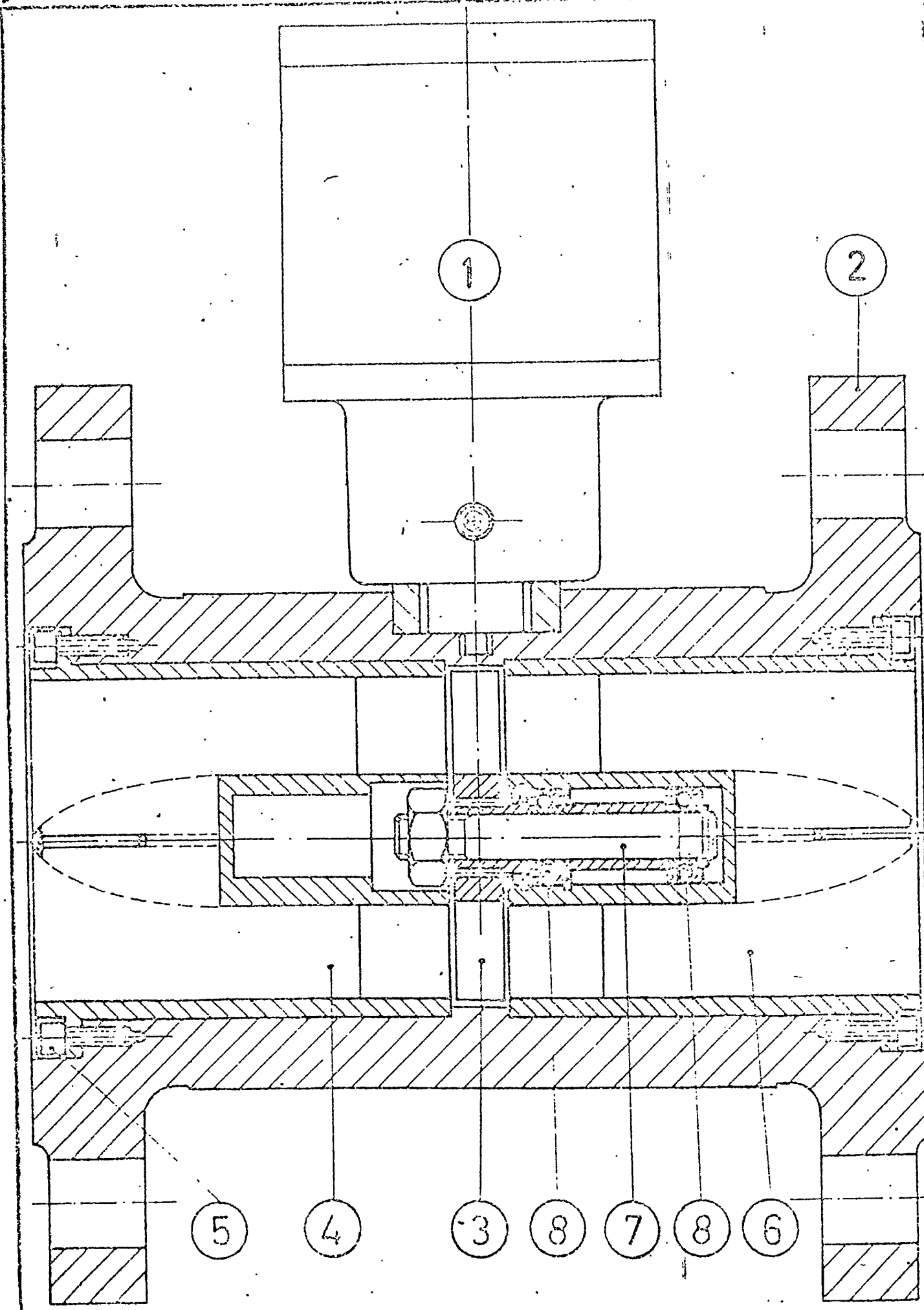
Central Way, Walworth Industrial Estate
Andover, Hants SP10 5BW England
Telephone: (0264) 65961
Telex: 47107



HYDRIL
Production Technology
Division

P.O. Box 721560
Houston TX-77272,
United States of America
Telephone: (713) 777-5361
Telex: 79-0234

MO



Turbozähler Serie PL mit Kugellager
Turbometer Series PL with ball-bearings

AAA