

440

BE 10

ZAKŁAD POMIARU PARAMETRÓW PRZEPLYWU

Nazwa ONB/ZNB

Główny wykonawca

mgr inż. Tadeusz Moliński

Wykonawcy:

dr inż. Wiesław Czerwiec**mgr inż. Wojciech Winiarski****Bagdan Józwiak****mgr inż. Jan Goska**

TEMAT: Badanie wpływu wybranych węzłów konstrukcyjnych turbinowego czujnika przepływu na jego parametry trwałościowe i metrologiczne

Etap 1. Badania modelowe turbinowego czujnika przepływu PT 32

- Badania trwałościowe 5 szt. czujników
- Optymalizacja parametrów konstrukcyjnych i zastosowanie w czujnikach PT 32 ułożyskowania ceramicznego.
- Badania modelowe turbinowego czujnika przepływu PT 32

(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

Kierownik Zakładu DPQ

mgr inż. Wojciech Winiarski

Z-ca Dyrektora

ds. Badawczo-Rozwojowych

dr inż. Jan JabłkowskiPracę zakończono dnia **1996 - 06 - 30**Nr arch. **7320**Nr zlecenia **S 1651**

Czujniki turbinowe, BADANIA

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera:

- Wyniki badań trwałościowych 5 szt. czujników PT32.
- Optymalizację konstrukcji ułożyskowania ceramicznego stosowanego w czujnikach PT32
- Wyniki badań laboratoryjnych czujnika PT 32 z wirnikiem z tworzywa akrylowego..

Tytuły poprzednich sprawozdań

Badania trwałościowe realizowane w ramach zlecenia S1336
Sprawozdania o następujących numerach archiwalnych:

- 6975 - Etapy 1 i 2
- 7017 - Etap 3
- 7105 - Etap 4
- 7169 - Etap 5
- 7261 - Etapy 6a, 6b, i 7

Rozdzielnik

Egz. 1. **OIN**

Egz. 2. **DPQ**

Egz. 3. **DPQ**

SPIS TREŚCI

CZĘŚĆ I

1. Wstęp

1.1. Podstawa i cel realizacji pracy

1.2. Przedmiot badań

2. Badania

2.1. Wzorcowanie czujników (charakterystyki wstępne)

2.2. Sprawdzenie stabilności parametrów metrologicznych (charakterystyki wtórne)

2.3. Sprawdzenie stopnia zużycia elementów ułożyskowania wirników

2.3.1. Oględziny i pomiary

2.3.2. Wnioski

3. Uwagi końcowe

CZĘŚĆ II

1. Wstęp

2. Optymalizacja struktury ułożyskowania ceramicznego

3. Badania laboratoryjne czujnika z wirnikiem akrylowym

4. Wnioski

ZAŁĄCZNIKI

CZĘŚĆ I

1. Wstęp

1.1. Podstawa realizacji i cel pracy

Podstawą realizacji pracy było otwarcie zlecenia S1651.

Celem pracy było przeprowadzenie trwałościowych badań laboratoryjnych łożyskowań czujników turbinowych (kontynuacja badań trwałościowych realizowanych od stycznia 1993 roku w ramach zlec. S1336) stanowiących bazę do oceny trwałości czujników, a w przypadku czujników z łożyskowaniem standardowym (czujniki nr 1 i 2) – potwierdzenia trafności przyjętego, dla przepływomierzy turbinowych, okresu gwarancyjnego.

We wrześniu 1994 roku włączono do badań trwałościowych pierwszy czujnik z łożyskowaniem ceramicznym (nr 3), a w lipcu 1995 roku – czujniki (nr 5 i 6) z elementami ceramicznymi łożyskowania wykonanymi przez ITME.

Celem badań czujników z łożyskowaniem ceramicznym było sprawdzenie w warunkach zbliżonych do eksploatacyjnych, walorów użytkowych (trwałościowych) ceramiki – materiału nietypowego w takim zastosowaniu.

1.2. Przedmiot badań

Przedmiotem badań było 5 szt. czujników turbinowych PT32-400M wykonanych zgodnie z dokumentacją nr 8192 z wyjątkiem łożyskowań wirników.

- w czujniku nr 1 zastosowano standardowe łożyskowanie wirnika (czopy 1H18N9, tulejki z teflonu, podparcie czołowe);
- w czujniku nr 2 zastosowano standardowe łożyskowanie wirnika (czopy H17N2, tulejki z grafitu, podparcie czołowe);
- w czujniku nr 3 zastosowano łożyskowanie ceramiczne z wykorzystaniem elementów przypadkowych – nieznanego producenta (czopy, podparcie osiowe);
- w czujniku nr 5 zastosowano łożyskowanie z wykorzystaniem elementów ceramicznych wykonanych przez ITME z przeznaczeniem do sondy turbinowej ST (nieruchoma oś, tulejka w wirniku, podparcie czołowe);
- w czujniku nr 6 zastosowano elementy ceramiczne wykonane przez ITME zaprojektowane z przeznaczeniem do czujników PT (czopy, podparcie osiowe).

Konstrukcja łożyskowania czujników nr 3 i 6 jest zbliżona do rozwiązania standardowego stosowanego w czujnikach PT – różnica polega na sposobie przenoszenia sił osiowych (podparcie czołowe, osiowe) oraz proporcjach wymiarowych współpracujących

elementów – średnica czopa do czynnej długości tulejki łożyskowej. W czujnikach nr 1 i 2 proporcja ta wynosi około 1/10, natomiast w czujniku nr 3 i 6 odpowiednio – 1/4 i 1/5.

2. Badania

Badania prowadzone były jako **przyspieszone** w oparciu o ujednolicony program badań (Załącznik nr 1) przyjęty w etapie 1 pracy S1336. Zmierzają one do oceny trwałości czujników PT32-400M a ponadto umożliwiają określenie czasu docierania wstępnego, zakresu obsługi technicznej, wykrycie błędów technologicznych oraz, co jest niezwykle ważne, opracowanie zaleceń dla podwyższenia dokładności i niezawodności czujnika.

2.1. Wzorcowanie czujników (charakterystyki wstępne)

Wszystkie czujniki, przed rozpoczęciem kolejnego cyklu badań, zostały wywzorcowane – wyniki pomiarów w postaci charakterystyk wstępnych załączono do sprawozdania; następnie czujniki zestawiono w ciąg pomiarowy (schemat 1) i kontynuowano badania trwałościowe.

Podobnie jak poprzednio wartość strumienia objętości ustalono w przybliżeniu – $24 \text{ m}^3/\text{h}$ czyli q_{\max} dla czujnika PT32-400M – decydując się, ze względów czasowych, na przyspieszony tryb badań i wynikający z tego **czterokrotnie** większy poziom obciążeń w łożyskowaniach czujników.

2.2. Sprawdzenie stabilności parametrów metrologicznych (charakterystyki wtórne)

Po około 300-stu godzinach pracy czujników wyznaczono ich charakterystyki wtórne – wyniki stanowią załączniki do sprawozdania. Sumaryczna liczba godzin pracy czujników nr. 1 i 2 (w łożyskowaniu tych czujników nie wykonano żadnych zmian od początku próby) wynosi aktualnie (łącznie wszystkie cykle badań) – około **2904** – co odpowiada **11616** godzinom pracy w normalnych warunkach eksploatacyjnych. Niżej podano liczby godzin pracy wszystkich czujników badanych w tym etapie pracy.

Nr czujnika	Liczba godzin pracy czujnika rh przy q_{\max}	Obliczeniowa liczba godzin pracy czujnika (w normalnych warunkach eksploatacyjnych) rh x 4
1	2904	11616
2	2904	11616
3	1386	5544
5	556	2224
6	556	2224

2.3. Sprawdzenie stopnia zużycia elementów ułożyskowania wirników

2.3.1. Oględziny i pomiary

Podobnie jak poprzednio przeprowadzano przeglądy czujników. Przed demontażem czujników zaznaczano położenie kierownic oraz odpowiednich tulejek i nakrętek.

Wyniki oględzin i pomiarów przedstawiają się następująco:

- czujnik nr 1 – powierzchnia tulejki oporowej tylnej zużyta na głębokość 0.3mm (cofnięta w głąb kierownicy), koncentryczne rysy,
- powierzchnia przekładki błyszcząca, koncentryczne rysy, grubość 0.16mm, średnica – $\phi 8.5\text{mm}$ (wymiary początkowe: grubość – 0.25mm, średnica – $\phi 9\text{mm}$) – widoczna współpraca z kierownicą,
 - powierzchnia czopów z widocznymi poprzecznymi rysami; wymiar $\phi 2.18 - \phi 2.20$ (wymiar wyjściowy: $\phi 2.2_{-0.03}$)
 - średnica otworu tulejek powiększona do $\phi 2.57$, (wymiar wyjściowy: $\phi 2.4$);
- czujnik nr 2 – powierzchnia oporowa tulejki i przekładki lustrzana, wymiary bz.
- średnica czopów bz (wymiar wyjściowy: $\phi 2.51$), powierzchnia z niewielkimi śladami zużycia,
 - średnica otworu tulejek powiększona równomiernie o ok. 0.2 mm, (wymiar wyjściowy: $\phi 2.55$);
- czujnik nr 3 – powierzchnia czopów gładka, wybłyszczona na kilku tworzących walca, średnica bz – tzn. $\phi 2.96 - \phi 2.97$,
- kuliste zakończenie czopa tylnego z błyszczącym śladem ($\phi 1.5$) współpracy z kamieniem oporowym,
 - średnica otworu tulejek bz – luz 0.1;
- czujnik nr 5 – po około 500 godzinach pracy uległa złamaniu oś wirnika. Pozostała w tulejce kierownicy przedniej część osi została przekazana do ITME – stwierdzono wadę materiałową (mikropęknięcie) będącą, prawdopodobnie, ogniskiem koncentracji naprężeń; dostrzeżono również wybłyszczenia na powierzchni walcowej osi wskazujące na współpracę z tulejką kierownicy przedniej – co świadczy o unieruchomieniu osi w tulejce wirnika (zanieczyszczenie w wyniku niedostatecznego przepływania łożyska);
- czujnik nr 6 – powierzchnia walcowa czopów gładka ze śladami współpracy (wybłyszczenie), kuliste zakończenie czopa tylnego z błyszczącym śladem współpracy $\phi 1$ przesuniętym mimośrodowo o około 0.25mm.

2.3.2. Wnioski

W czujnikach z łożyskowaniem standardowym tylko w czujniku nr 1 stwierdzono wyraźne zużycie przekładki i powierzchni oporowej tulejki tylnej a jednocześnie parametry metrologiczne czujnika nie uległy zasadniczej zmianie (rozpiętość charakterystyki pozostała na poziomie $\pm 1\%$ a stała K zmalała o 0.2).

W czujniku nr 2 wymiary i stan powierzchni elementów współpracujących nie uległ zmianie; podobnie nie uległa zmianie stała K, rozpiętość charakterystyki pozostaje w granicach przyjętej normy ($\pm 0.4\%$).

W czujnikach z łożyskowaniem ceramicznym (nr 3 i 6) niedostrzegalne są zmiany wymiarów i stanu powierzchni elementów współpracujących. W czujniku nr 3 nie uległa również zmianie stała K i rozpiętość charakterystyki, natomiast w czujniku nr 6 stała K zwiększyła się o 0,1 a rozpiętość charakterystyki wzrosła do $\pm 0,8\%$.

W sprawozdaniach z poprzednich etapów badań trwałościowych stwierdzono, że na parametry metrologiczne czujnika zasadniczy wpływ ma **dokładność wykonania wirnika** (stała grubość łopatek, ślady obróbki i grady na krawędziach, bicie promieniowe, dokładność podziału i wykonania linii śrubowej itp).

Wyniki oględzin i pomiarów elementów łożyskowania czujników prowadzą do wniosku, że parametry metrologiczne czujnika nie zależą od **stanu powierzchni i chropowatości współpracujących elementów**.

3. Uwagi końcowe

W kolejnej serii badań nastąpiła awaria czujnika nr 5 z łożyskowaniem wykorzystującym elementy ceramiczne sondy turbinowej ST (oś nieruchoma, tulejka łożyskowa w wirniku), w pozostałych czujnikach zasadnicze parametry metrologiczne (rozpiętość charakterystyki i stała K) pozostają w normie; tylko w łożyskowaniu czujnika nr 1 stwierdzono zużycie przekładki i powierzchni oporowej tulejki tylnej, które może być początkiem przyspieszonego zużywania się współpracujących elementów łożyskowania.

Bardzo obiecujące są wyniki pomiarów i oględzin łożyskowań ceramicznych: czujnika nr 3 i 5. Po około 600 (w przypadku czujnika nr 3 – po 1400) godzinach pracy, nie stwierdzono zmian wymiarów elementów łożyskowania; widoczne są jedynie ślady współpracy (wybłyszczenia) poprawiające stan powierzchni (chropowatość i dokładność kształtu).

Uzyskane wyniki badań, w odniesieniu do czujników z łożyskowaniem standardowym (nr 1 i 2), pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- konstrukcja łożyskowania standardowego jest prawidłowa a zastosowane materiały i przyjęta technologia wykonania zapewniają osiągnięcie założonej

(podanej w dokumentacji technicznej) klasy dokładności i bezawaryjną pracę czujnika w okresie gwarancyjnym (1 rok).

- zestawienie materiałów elementów łożyskowania: tulejka – grafit, czop – ulepszona H17N2 – zapewnia większą stabilność parametrów metrologicznych czujnika i odporność na zużycie, w związku z tym tego typu łożyskowanie powinno być stosowane w przypadku cięższych warunków pracy czujnika (ciecze zanieczyszczone, podwyższona temperatura itp). Natomiast łożyska teflonowe lepiej stosować w przypadku pomiaru cieczy agresywnych chemicznie.
- łożyskowanie czujnika eksploatowanego w normalnych warunkach zapewnia stabilność parametrów metrologicznych (przyjęte na początku pracy pojęcie trwałości czujnika) w ciągu co najmniej 12 000 godzin.
- z uwagi na osiągnięcie zasadniczych celów pracy można, na obecnym etapie, zakończyć badania trwałościowe czujników ze standardowym łożyskowaniem wirnika.

Celowe byłoby kontynuowanie badań czujników z łożyskowaniem ceramicznym, a nawet rozszerzenie ich na większą liczbę egzemplarzy, w oparciu o nowy program badań, umożliwiający wszechstronne i szybkie sprawdzenie cech konstrukcyjnych i użytkowych tego nowego materiału.

Należy nadmienić, że równoległe do badań laboratoryjnych, prowadzone są obserwacje łożyskowania ceramicznego sondy turbinowej ST eksploatowanej aktualnie w Stacji Uzdatniania Wody w Gostyninie, gdzie warunki pracy są bardzo trudne z uwagi na cykliczne skoki obciążenia i obecność w wodzie zawiesiny o wyjątkowo ściernych właściwościach. Po czterech miesiącach pracy w tych warunkach nie stwierdzono żadnych śladów zużycia.

CZĘŚĆ II

1. Wstęp

W początkowej fazie badań (do momentu wystąpienia awarii czujnika nr 5) pracowały, w ciągu pomiarowym, trzy czujniki z łożyskowaniem ceramicznym o zasadniczo różnych parametrach konstrukcyjnych (szkice w załączeniu). Awaria czujnika nr 5 (złamanie osi) dostarczyła dodatkowych informacji niezbędnych do optymalizacji struktury łożyskowania ceramicznego. Analizę poszczególnych rozwiązań i opis konstrukcji zoptymalizowanej podano w następnym punkcie.

2. Optymalizacja struktury łożyskowania ceramicznego

Łożyskowania czujników nr 3 i 6 są zbliżone do rozwiązania standardowego – czopy osadzone w wirniku, tulejki łożyskowe w kierownicach, podparcie osiowe. Różnice występują w proporcjach wymiarowych średnicy czopa do czynnej długości tulejki oraz w szczegółach konstrukcyjnych poszczególnych elementów.

W czujniku nr 3 czopy mają kształt walca i są osadzone w stalowych (1H18N9T) tulejkach pośrednich wciskanych w wirnik. Przed wciśnięciem tulejki zostały przetoczone „z czopa” aby uzyskać właściwy wymiar i wymaganą współosiowość walcowych powierzchni osadczej i łożyskowej. Łożyskowe tulejki ceramiczne wraz z elementami oporowymi zostały osadzone w pośrednich tulejkach teflonowych a następnie w odpowiednich kierownicach czujnika. Wszystkie elementy i czynności wykonano tak, aby usytuowanie wirnika w komorze pomiarowej nie uległo zmianie (przed zmianą łożyskowań wykonano analizę wymiarową istotnych węzłów konstrukcyjnych czujnika).

Elementy ceramiczne czujnika nr 6 zostały wykonane w ITME na zlecenie i wg dokumentacji PIAP. Czopy, podobnie jak w czujniku nr 3, są osadzone w stalowych tulejkach pośrednich – mają jednak wyraźne powierzchnie łożyskowe i osadcze. Istotne różnice występują w konstrukcji tulejek łożyskowych; tulejki stanowią zespół montażowy z elementem oporowym oraz są wyposażone w odpowiednie otwory płuczące. Czynności wstępne (analiza wymiarowa) obróbka i montaż elementów łożyskowania czujnika przebiegał podobnie jak w czujniku nr 3.

W czujniku nr 5 zastosowano elementy ceramiczne wykonane przez ITME z przeznaczeniem do sondy turbinowej ST. łożyskowanie to różni się zasadniczo od wyżej opisanych; tulejka łożyskowa osadzona w wirniku obraca się wokół nieruchomej osi osadzonej w kierownicy tylnej czujnika. W kierownicy przedniej oś jest jedynie podparta.

Podparcie łożyskowania – czołowe. Istotną trudnością w tym rozwiązaniu (z uwagi na zastosowany przetwornik pomiarowy) było umieszczenie w tulejce łożyskowej wirnika magnesów współpracujących z cewką przetwornika, natomiast samo osadzenie tulejki w wirniku, uzyskanie wymaganej współosiowości, luzów i montaż nie stanowił problemu.

Jak się jednak okazało w trakcie badań, rozwiązanie to ma istotne wady – z uwagi na długość tulejki łożyskowej i bliskość magnesów utrudnione płukanie łożyskowania i skłonności do zatarć oraz większe drgania wirnika (większe obciążenia dynamiczne elementów łożyskowania) wynikające ze znacznie mniejszego, w porównaniu z rozwiązaniami poprzednimi, rozstawienia sił poprzecznych.

Analiza opisanych wyżej rozwiązań konstrukcyjnych łożyskowań oraz możliwości technologicznych ich wykonania doprowadziła do powstania rozwiązania optymalnego (szkic w załączeniu).

W tym rozwiązaniu wykorzystano gotowe elementy ceramiczne łożyskowania sondy turbinowej ST; oś wraz z magnesami osadzono w tulji pośredniej, którą po przetoczeniu umieszczono w piaście wirnika – uzyskano czopy o idealnej współosiowości. Tulejki łożyskowe wraz z elementami oporowymi osadzono w tulejkach pośrednich i odpowiednich kierownicach ustalając przy montażu właściwy luz wzdłużny wirnika.

Ułożyskowaniem ceramicznym o zoptymalizowanej konstrukcji zastąpiono łożyskowanie czujnika nr 4 (czopy krótkie stalowe, tulejki – teflon z niklem, podparcie czołowe z przekładką) zastępując jednocześnie wirnik stalowy wirnikiem wykonanym z **tworzywa akrylowego**.

Wirnik akrylowy został wykonany metodą odlewania w jednorazowej formie elastycznej odwzorowującej dokładnie model wykonany wcześniej z mosiądzu.

3. Badania laboratoryjne czujnika z wirnikiem akrylowym

Jak podano wyżej do łożyskowania wirnika akrylowego zastosowano elementy ceramiczne sondy turbinowej ST w zmienionej konfiguracji (łożyskowanie ceramiczne o zoptymalizowanej konstrukcji).

Idealna współosiowość czopów, mała ich średnica ($\phi 1,6\text{mm}$), właściwe proporcje średnicy czopa do czynnej długości tulejki (1/5) oraz mała masa wirnika (masa wirnika akrylowego – 3 g, masa wirnika stalowego – 15 g) sprawiły, że znacznie obniżył się próg czułości czujnika co w sposób zdecydowany wpłynęło na zwiększenie zakresowości czujnika. Charakterystyka wstępna czujnika nr 4 z wirnikiem akrylowym ze zoptymalizowanym łożyskowaniem ceramicznym stanowi załącznik do sprawozdania.

Próg rozruchu standardowego czujnika PT 32 w wykonaniu specjalnym (podparcie osiowe wirnika) wynosi około 250 l/h, podczas gdy próg rozruchu czujnika z wirnikiem akrylowym ułożyskowanym jak podano wyżej, wynosi około **100 l/h**.

Na podkreślenie zasługuje fakt, że w zakresie **30 : 1** nieliniowość charakterystyki czujnika wynosi $\pm 1\%$, natomiast w zakresie **10 : 1** (standard dla czujników turbinowych PT) nieliniowość charakterystyki nie przekracza $\pm 0,2\%$.

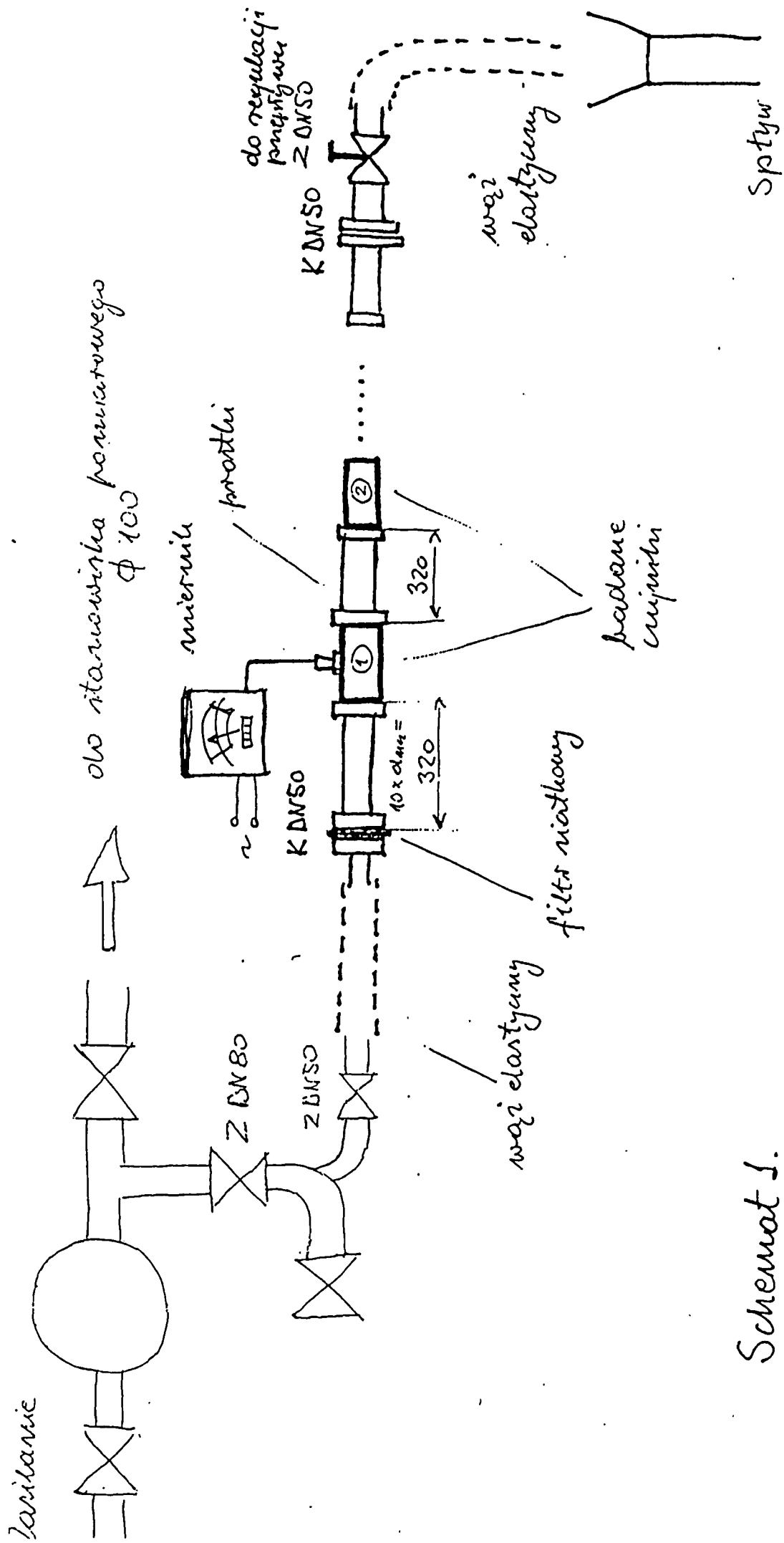
Przebieg charakterystyki przy małych przepływach (rosnąca stała K) wskazuje na znaczną nadwyżkę momentu napędowego. Najprostszym sposobem obniżenia wartości momentu napędowego jest zmniejszenie średnicy wirnika. Jest już przygotowywany wirnik o mniejszej średnicy zewnętrznej i pogrubionych łopatkach. Nieznaczne pogrubienie łopatek (o 0,2 mm) nie spowoduje istotnego wzrostu masy (momentu bezwładności) wirnika a zwiększy jego odporność na uderzenia hydrauliczne i zmienne obciążenia dynamiczne.

Należy zaznaczyć, że opisany wyżej czujnik dzięki swoim wysokim parametrom metrologicznym był już wykorzystywany w laboratorium DPQ jako **worzec** przy badaniach przenośnego czujnika wirnikowego (do pomiaru prędkości przepływu cieczy w kanałach otwartych).

4. Wnioski

Badania laboratoryjne czujnika turbinowego z wirnikiem akrylowym umożliwiły wysunięcie następujących wniosków:

- optymalizacja konstrukcji ułożyskowania ceramicznego polegająca na osadzeniu w wirniku nieruchomej osi pozwala na uzyskanie idealnej współosiowości czopów wirnika, co zmniejsza opory ruchu, poprawia płynność obrotów wirnika, zmniejsza obciążenia dynamiczne, ułatwia regulację luzu wzdłużnego i montaż.
- należy uznać za właściwy kierunek działania zmierzający do poprawy parametrów metrologicznych czujników turbinowych poprzez zmniejszenie momentu bezwładności wirnika i poprawę płynności jego obrotów.
- pożądane i celowe byłoby kontynuowanie, w szerszym zakresie, badań czujnika turbinowego z wirnikiem akrylowym i ułożyskowaniem ceramicznym.



Schemat 1.

PROGRAM BADAŃ TRWAŁOŚCIOWYCH

1. Przedmiot badań

Przedmiotem badań są czujniki turbinowe PT32-400M wykonane wg dok. techn. nr 8192 w DPQ PIAP.

Wszystkie czujniki i ich elementy składowe zostały oznakowane w sposób trwały i czytelny.

2. Rodzaj badań

Badania określające - prowadzące do oceny trwałości, wykonywane w trybie przyspieszonym.

3. Metodyka prowadzenia badań

3.1. Wzorcowanie czujników (charakterystyki wstępne)

- zakres strumienia objętości - 2400 - 24000 dm³/h
- wyznaczenie stałej przetwarzania K (imp/dm³)
- określenie rozpiętości charakterystyki

3.2. Badania zasadnicze

- badane czujniki zestawione szeregowo w ciągu pomiarowym wg schematu nr 1
- q_{rob} - 24000 dm³/h
- ciśnienie - 0,6 MPa
- pomiar czasu pracy czujników w ciągu pomiarowym

3.3. Sprawdzanie stabilności parametrów metrologicznych (charakterystyki wtórne)

- odstęp czasu pomiędzy sprawdzeniami - około 200rh
- wyznaczenie pełnej charakterystyki czujnika jak w pkt 3.1.

3.4. Oględziny i pomiary

- zaznaczenie położenia kierownic przed demontażem
- sprawdzenie stanu powierzchni współpracujących elementów łożyskowań
- pomiary elementów i określenie stopnia ich zużycia

4. Ocena wyników badań

- wnioski dotyczące konstrukcji i technologii łożyskowania
- zalecenia eksploatacyjne
- ocena trwałości czujników

Po 2903,79 godk.

CZUJNIK NR

MIERNIK NR

[imp/dm³] **K**

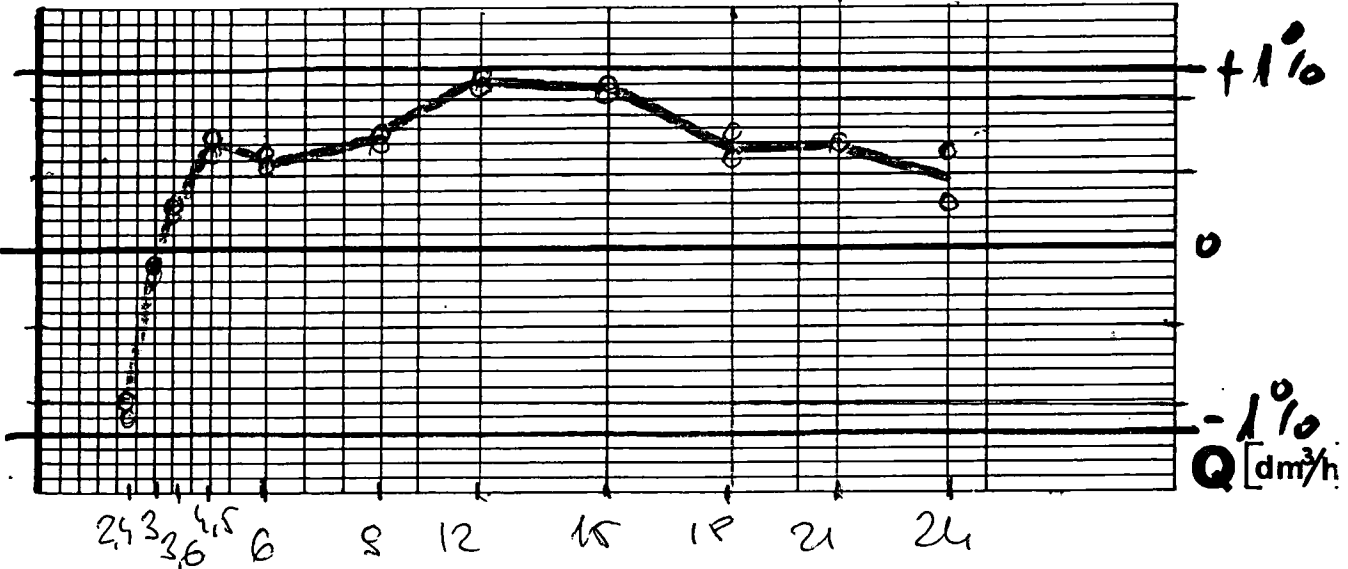
PT 32-600M

wzorcowanie woda

DATA 13.05.96.

WZORCOWAŁ

24,10



Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]
1	24000	4720	772	194,84	24,23
2	24000	4877	800	201,88	24,16
3	21000	4908	802,5	202,47	24,26
4	21000	4813	786,5	198,47	24,25
5	18000	4858	794	200,35	24,25
6	18000	4823	789	199,10	24,22
7	18000	4850	790,5	199,48	24,31
8	18000	4831	787	198,60	24,32
9	12000	4833	787,5	198,72	24,32
10	12000	4828	788,5	198,57	24,33
11	8000	4827	789	199,10	24,24
12	8000	4866	788	200,60	24,25
13	6000	4972	814	206,35	24,21
14	6000	5059	820,5	208,46	24,23
15	4800	4822	788	198,86	24,25
16	4800	4839	791,5	199,73	24,23
17	3600	4810	789	199,10	24,16
18	3600	4785	785	198,10	24,15
19	3000	4816	793	200,10	24,07
20	3000	4788	788	199,85	24,08

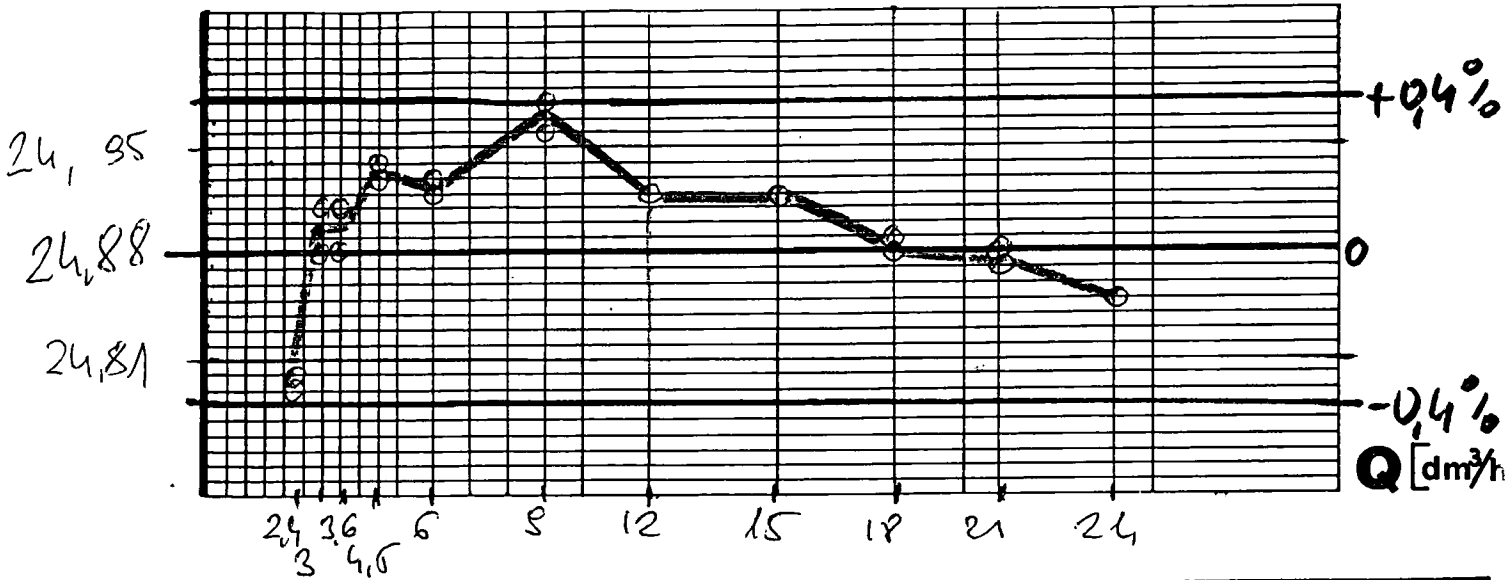
14

LP0 2903, 78 godz 1

CZUJNIK NR 2⁴
 MIERNIK NR " "
 [imp/dm³] K

PT 32-400M
 wzorcowanie woda

DATA 20.06.2016
 WZORCOWAŁ [Signature]



Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]	
1	24000	4854	774	198,35	24,85	
2	24000	5102	814	208,35	24,85	
3	21000	4881	785	202,22	24,87	
4	21000	4887	780	196,85	24,88	
5	18000	4811	782	197,35	24,88	
6	18000	5034	805	202,22	24,89	
7	15000	4849	787	198,60	24,92	
8	15000	4874	781	198,61	24,92	
9	12000	5012	797	201,10	24,92	
10	12000	4975	781	198,61	24,92	
11	8000	4839	785	198,10	24,93	
12	8000	4887	781	198,61	24,98	
13	8000	5010	785	200,60	24,96	
14	6000	4866	789,5	198,22	24,93	
15	6000	4827	783,5	197,72	24,92	112
16	4500	5013	787	201,10	24,93	
17	4500	4815	781	197,10	24,94	
18	3600	4850	785,5	198,97	24,88	
19	3600	4857	785,5	198,97	24,91	
20	3000	4864	780,5	198,48	24,88	

P_0 2903,79 g/cm³

PT 32-400 H

DATA 4.06.2011

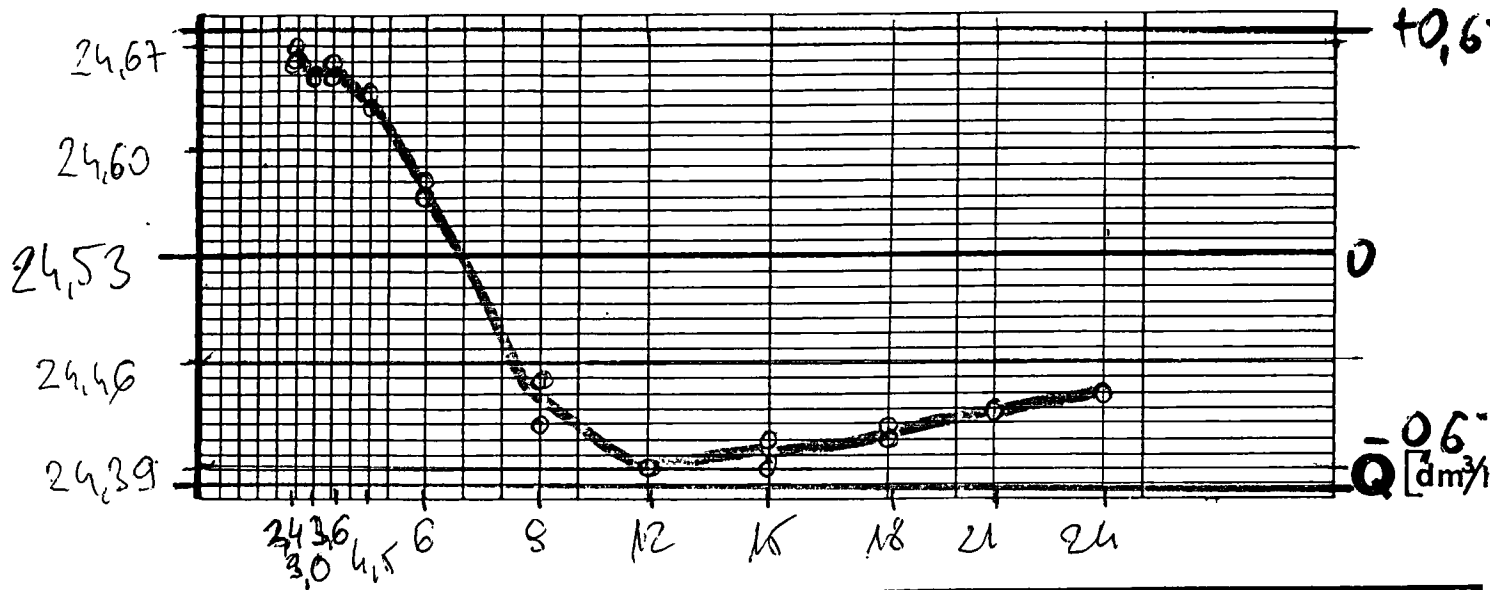
wzorcowanie wodą

WZORCOWAŁ

CZUJNIK NR "3"

MIERNIK NR

[imp/dm³] K




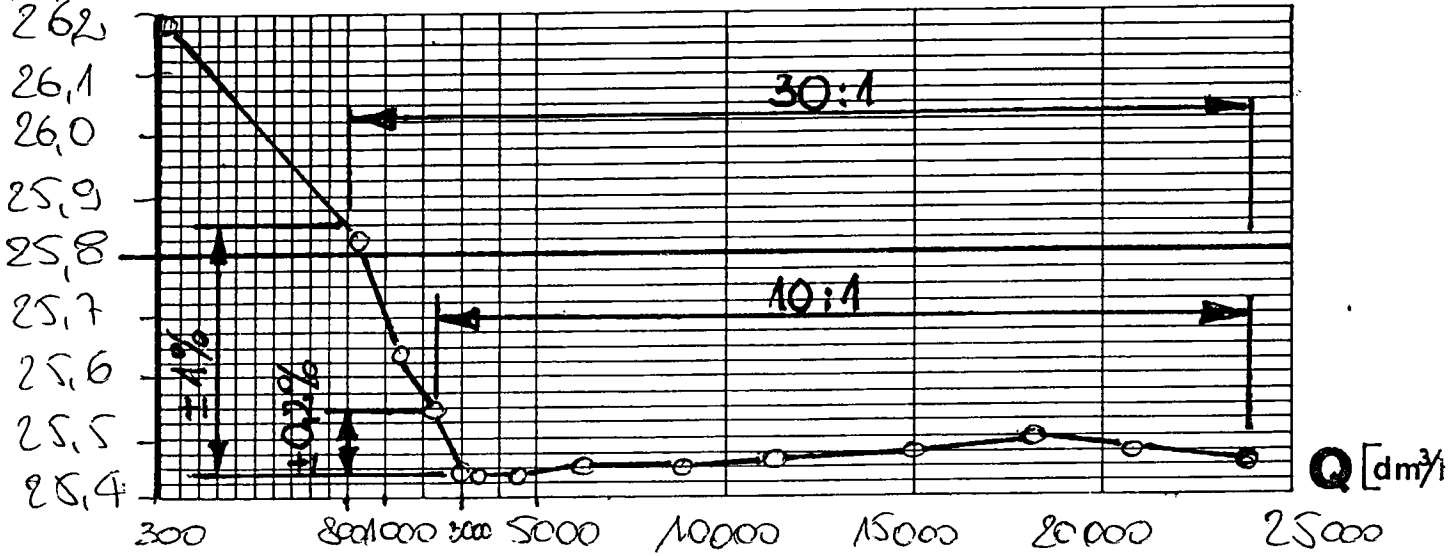
Lp.	Q [dm³/h]	N [imp]	H [mm]	V [dm³]	K [imp/dm³]
1	24000	4856	787,5	198,72	24,44
2	24000	4806	786,5	202,72	24,44
3	21000	4884	800,5	201,97	24,43
4	21000	4888	784,5	202,47	24,43
5	18000	4881	784	200,35	24,41
6	18000	4881	782	199,86	24,42
7	15000	4823	789,5	201,72	24,41
8	15000	4875	782	199,86	24,39
9	12000	4866	780,5	199,48	24,39
10	12000	4880	811	206,60	24,39
11	9000	4863	789	199,10	24,42
12	9000	4878	807	203,6	24,45
13	6000	4838	786,5	200,97	24,58
14	6000	4884	786	198,35	24,57
15	4000	4823	782	199,86	24,63
16	4500	5266	847,5	213,70	24,64
17	3600	4807	789	199,10	24,65
18	3600	4835	783	200,10	24,66
19	3000	4811	789,5	199,22	24,65
20	3000	4820	781	199,61	24,65

Instytut Akustyczny

CZUJNIK NR 4
MIERNIK NR 4
[imp/dm³] K

PT 32-600 H
wzorcowanie woda

DATA 10-11.09.90
WZORCOWAŁ 



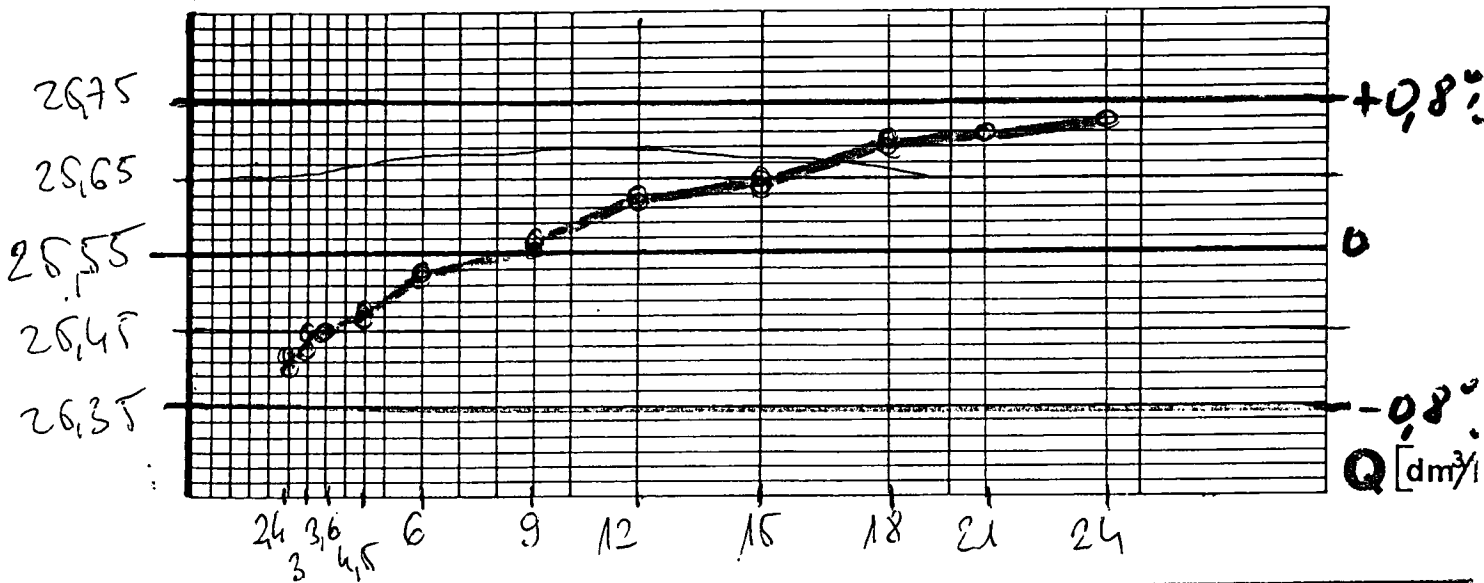
Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]	
1	24000	4850	785	190,78	25,45	
2	24000	5076	780,5	199,48	25,45	
3	21000	5088	788,5	198,88	25,47	
4	21000	5665	881,5	222,21	25,49	
5	21000	5078	780	199,26	25,47	
6	18000	5107	788,5	201,48	25,45	2
7	18000	5091	789,0	199,67	25,50	
8	18000	5098	792	199,86	25,51	
9	15000	5105	784,5	202,47	25,47	
10	15000	5084	783	200,10	25,46	
11	12000	5107	785	200,60	25,46	
12	12000	5102	784	200,35	25,47	
13	9000	5112	786	200,85	25,45	
14	9000	5109	785,5	200,72	25,45	
15	6000	5081	781	199,61	25,45	
16	6000	5113	786	200,85	25,46	
17	4500	5101	784,5	200,47	25,45	
18	4500	5105	785,5	200,72	25,43	
19	3600	5106	785	200,60	25,45	
20	3600	5099	781	199,61	25,44	

(P0 2903,79 gosh)

CZUJNIK NR 6⁴
MIERNIK NR
[imp/dm³] K

PT 32-600M
wzorcowanie woda

DATA 4.06.96
WZORCOWAL *[Signature]*

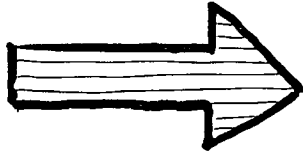


Lp.	Q [dm ³ /h]	N [imp]	H [mm]	V [dm ³]	K [imp/dm ³]
1	24000	5019	773	199,09	26,73
2	24000	5148	783	200,10	26,73
3	21000	5421	785	199,10	26,72
4	21000	4962	765	193,09	26,72
5	18000	5134	785	199,73	26,70
6	18000	5140	783	200,1	26,69
7	18000	5153	786	200,85	26,66
8	15000	5157	787	201,10	26,64
9	12000	5257	813	205,10	26,63
10	12000	5171	800	201,85	26,62
11	9000	5146	788	201,35	26,56
12	9000	5022	778	199,35	26,57
13	6000	5137	788	201,35	26,52
14	6000	5115	784	200,35	26,53
15	4500	5248	816,5	200,86	26,48
16	4500	5147	800,5	201,47	26,47
17	3600	5074	790	199,36	26,45
18	3600	5117	787	201,1	26,45
19	3000	5017	782	197,35	26,42
20	3000	5111	786	200,85	26,45

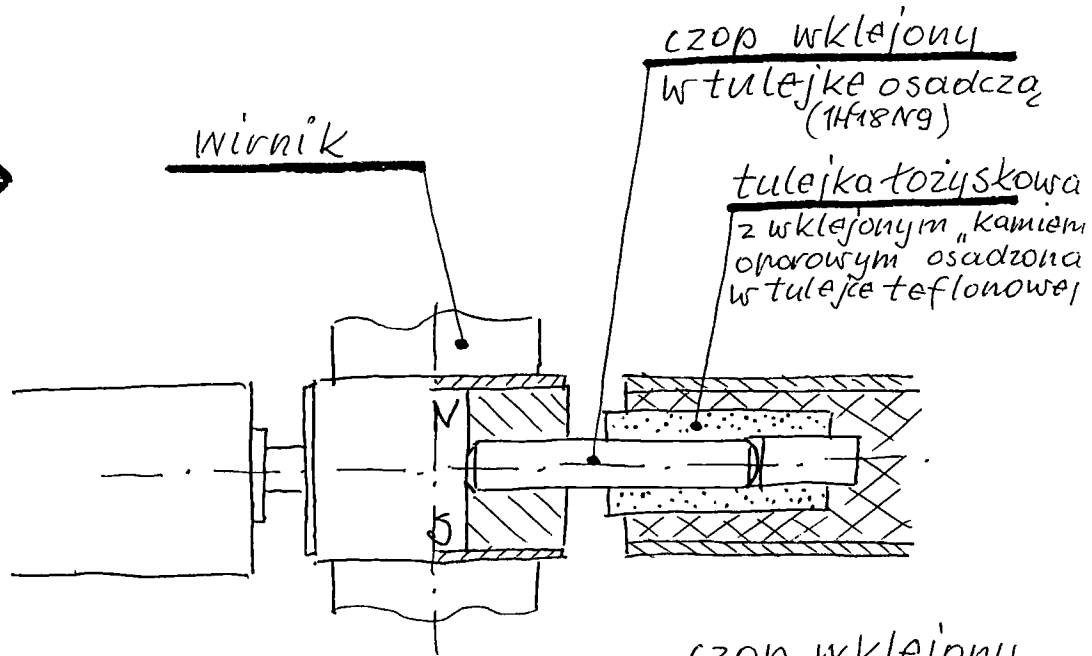
Schematy ułożyskowania ceramicznych

zastosowanych w czujnikach turbinowych PT

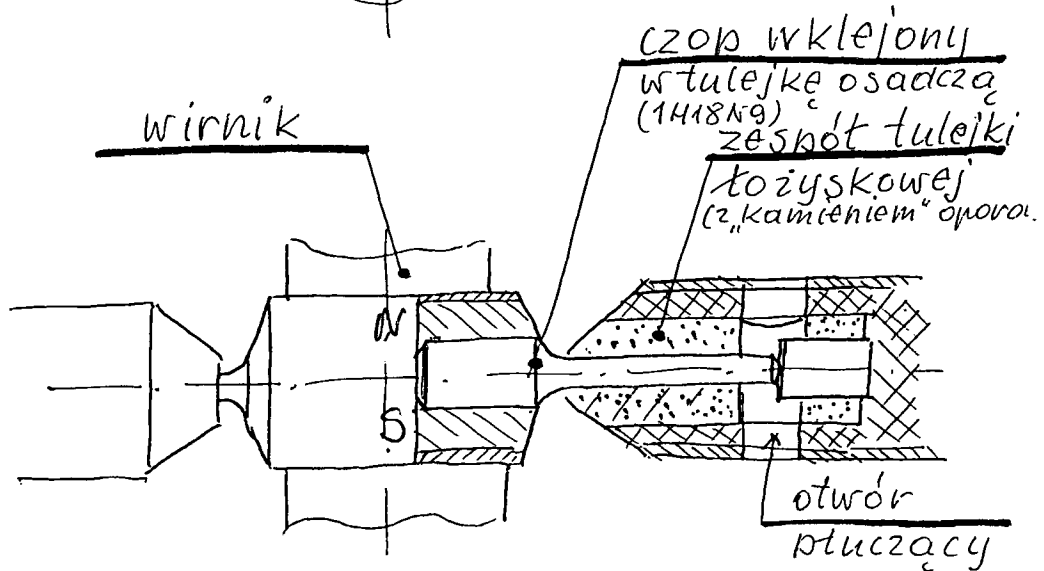
kierunek
przepływu



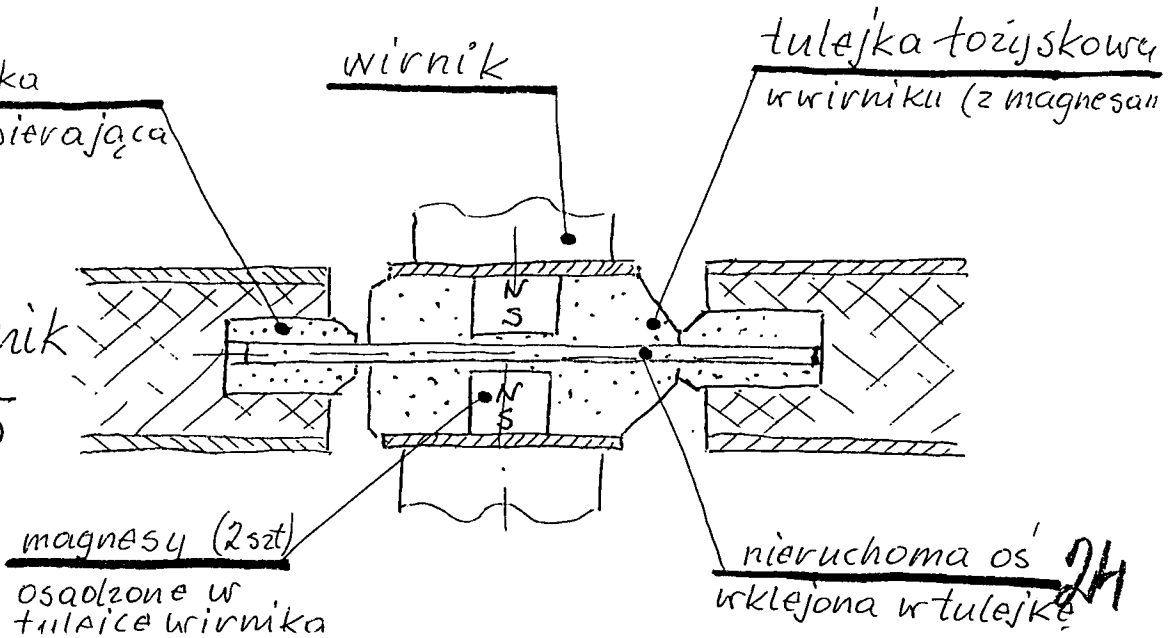
1 czujnik
nr 3



2 czujnik
nr 6



3 czujnik
nr. 5



Schemat użycowania ceramicznego o zoptymalizowanej konstrukcji

