

440

BE 10

ZAKŁAD POMIARU PARAMETRÓW PRZEPLYWU

.....
Nazwa ONB/ZNB

mgr inż. Wojciech Czajkowski

Główny wykonawca

.....
Bagdan Józwiak

Wykonawcy:

.....
mgr inż. Wojciech Winiarski[
.....
] **TEMAT: Badanie właściwości metrologicznych i użytkowych
przepływowego stanowiska pomiarowego
z wzorcem masowym**.....
(Tytuł pracy, numer i tytuł etapu)

Zleceniodawca

PIAP

Kierownik Zakładu DPQ

mgr inż. Wojciech Winiarski

Z-ca Dyrektora

ds. Badawczych i Rozwojowych

dr inż. Jan Jabłkowski

1996 - 06 - 28

Pracę zakończono dnia

7317

S 1652

Nr arch.

Nr zlecenia

Analiza deskrytorowa

STANOWISKO POMIAROWE

Abstrakt

Sprawozdanie zawiera opis pomiarów przepływu wykonanych z zastosowaniem czujników przepływomierzy PT 32-400M i PT 50-800M, szacunek błędów i powtarzalność wyników pomiarów. Opis zawiera również wnioski.

Tytuły poprzednich sprawozdań

nie ma

Rozdzielnik

OIN

Egz. 1.

DPQ

Egz. 2.

DPQ

Egz. 3.

Sprawozdanie z wykonania pracy

wg.. zlecenia S-1652

1. Temat

Badanie własności metrologicznych i użytkowych przepływowego stanowiska pomiarowego z wzorcem masowym

2. Cel pracy.

Celem pracy było zbadanie właściwości eksploatacyjnych i metrologicznych stanowiska przepływowego ze wzorcem masowym. Założono, że wynikiem tych badań będzie określenie błędu pomiaru przepływu, określenie powtarzalności wyników pomiarów, a także sformułowanie wniosków dotyczących ewentualnie takich modyfikacji stanowiska, aby było możliwe jego uwierzytelnienie przez Główny Urząd Miar. Badania miały także na celu zebranie materiału do opracowania procedury pomiarów z uwzględnieniem specyfiki stanowiska.

3. Opis stanowiska.

Stanowisko przedstawione na schemacie składa się z pięciu zasadniczych części, z których każda wywiera wpływ na dokładność i powtarzalność pomiarów.

3.1.Odcinek zasilający

Odcinek zasilający składa się z następujących elementów:

- zaworu odcinającego,
- filtra,
- odgaźnika,
- kulowych zaworów odcinających DN6., DN15 i DN50,
- przepływomierzy kontrolnych odpowiadających każdemu z zaworów kulowych.

Woda pobierana jest z rurociągu układu zasilania połączonego z dwoma zbiornikami hydroforowymi (po 14 m³ każdy), których zadaniem jest amortyzowanie pulsowania ciśnienia pochodzącego od pomp oraz wyrównywanie ciśnienia w instalacji badawczej w przypadku chwilowego poboru wody przekraczającego wydatek pomp. Zadaniem filtra jest odseparowanie części stałych (głównie produktów korozji), których wymiar przekracza 0,5mm. Zadaniem odgaźnika jest odseparowanie pęcherzy gazu (głównie powietrza) ze strumienia wody doprowadzonej do odcinka pomiarowego. Każde z trzech odgałęzień odcinka wyposażony jest w zestaw zaworu odcinającego i przepływomierza kontrolnego o średnicach DN 6, DN15 i DN50, przy pomocy których dokonuje się ustalenia wartości strumienia objętości określonego w procedurze badania charakterystyk czujników przepływomierzy w zakresie od 40 do 800 dcm³/min, zaś zawory odcinające służą do uruchamiania i przerywania pomiaru w metodzie „start-stop”.

3.2.Odcinek pomiarowy.

Odcinek pomiarowy składa się z dwóch elementów:

- części rozbiegowej,
- części wybiegowej.

Wobec zapowiadanej zmiany wymagań odnośnie badań przepływomierzy odcinek pomiarowy został zaprojektowany i wykonany zgodnie z opiniowanym obecnie projektem normy międzynarodowej „Wodomierze do wody pitnej zimnej - metody badań i wyposażenie” - PN-ISO 40 64 - 3.

Jego długość wynosi 30D, przy czym część rozbiegowa i wybiegowa są sobie równe, a ich średnice odpowiadają standardowym średnicom w instalacjach mleczarskich i wynoszą 48,8mm dla czujnika mlekomierza DN50 i 35,6mm dla czujnika DN32. Obydwie części odcinka pomiarowego wyposażone są w kolektory odbioru impulsu ciśnienia do pomiaru Δp pochodzącego od dławienia przepływu przez badany czujnik. Kolektory zlokalizowane są 5D przed i 10D za badanym czujnikiem.

3.3. Odcinek regulacyjny

Odcinek regulacyjny składa się z następujących części:

- zaworu regulacyjnego DN50 typu 20.000,
- zaworu odcinającego kulowego,
- przeziernika
- rury wypływowej.

Zawór regulacyjny produkcji MERA-Polna pozwala precyzyjnie nastawić wymaganą przez procedurę pomiarową strumień objętości w zakresie od 40 do 730 dcm³/min. Niestety, współczynnik dławienia dla tego typu zaworów jest zbyt wysoki i nie pozwala uzyskać strumienia objętości 800 dcm³/min odpowiadającej ostatniemu punktowi charakterystyki czujnika mlekomierza DN50 przy ciśnieniu nominalnym w instalacji 0,6 MPa. Podejmowane uprzednio próby wykorzystania zaworów kulowych do regulacji strumienia zakończyły się niepowodzeniem ze względu na silny efekt kawitacji powstającej w tych zaworach w stanach niepełnego otwarcia. W związku z tym należy szukać rozwiązania tego problemu w zastosowaniu innego typu zaworu.

Kulowy zawór odcinający DN50 ma za zadanie uruchomienie pomiaru przy stosowaniu metody „start-stop”.

Usytuowany w pionowej części odcinka przeziernik pozwala na obserwację ewentualnie pojawiających się wydzielen gazowych, co wyklucza uznanie pomiaru za prawidłowy. Przeziernik pozwala także jednoznacznie określić moment całkowitego opróżnienia rury wypływowej.

3.4. Część wagowa.

Część wagowa stanowiska składa się z wagi elektronicznej firmy METTLER-TOLEDO typu KD 1500 o następujących parametrach technicznych:

wymiary platformy	1250 X 1000 mm,
zakres:	1500 kg
rozdzielczość skali w zakresie	
0 - 300 kg	100 g.
300 - 600 kg	200 g.
600 - 1500 kg	500 g.
możliwość zerowania skali	± 30 kg
dopuszczalne obciążenie wstępne	540 kg
odchyłka standardowa (s)	± 50 g.
liniowość charakterystyki	± 50 g.
uchyby od zmiany poziomu 1 : 1000	± 50 g.
uchyby temperaturowy (od 20° C)	± 10 g./° C
klasa wg.. OIML	III

Waga posiada wyświetlacz, który daje możliwość podłączenia dodatkowych platform wagowych i ich pracy równoległej. Na platformie ustawiony jest zbiornik wagowy o pojemności 1500 dcm³ wykonany z blachy stalowej o ciężarze około 180 kg. Zbiornik zaopatrzony jest w króciec spustowy z zaworem kulowym DN 80 wykonanym z tworzywa PCV o wadze 3,8 kg.

3.5. Stół montażowy

Stół montażowy z wanną pozwala montować i demontować w odcinku pomiarowym badane czujniki i jest także konstrukcją zespajającą odcinek zasilający, pomiarowy oraz regulacyjny.

Całość stanowiska wykonana jest ze stali kwasoodpornej w gatunku 1H18N9T z wyjątkiem zaworów kulowych wykonanych standardowo ze stali St3. Celem takiego rozwiązania było możliwie największe ograniczenie korozji i przedostawania się jego produktów do obiegu oraz wydłużeniu okresu eksploatacji bez uszkodzenia powierzchni przez korozję, co jest szczególnie ważne w przypadku odcinka pomiarowego.

4. Badanie stanowiska

4.1. Badania przepływu.

Zastosowane w pierwotnej wersji odcinka regulacyjnego zawory kulowe nie sprawdziły się jako elementy regulacyjne. Przy całkowitym otwarciu pozwalały uzyskać przepływy około 1200 dcm³/min. W stanie wpółotwartym jednakże, powodowały powstawanie efektu kawitacji, co objawiało się widocznym w przezierniku pasmem przepływającej mieszaniny woda-gaz, a także efektami akustycznymi. W tych warunkach zaistniała konieczność zastąpienia dwóch równoległe połączonych zaworów kulowych jednym zaworem regulacyjnym typu 20000.

4.2. Badania wagi.

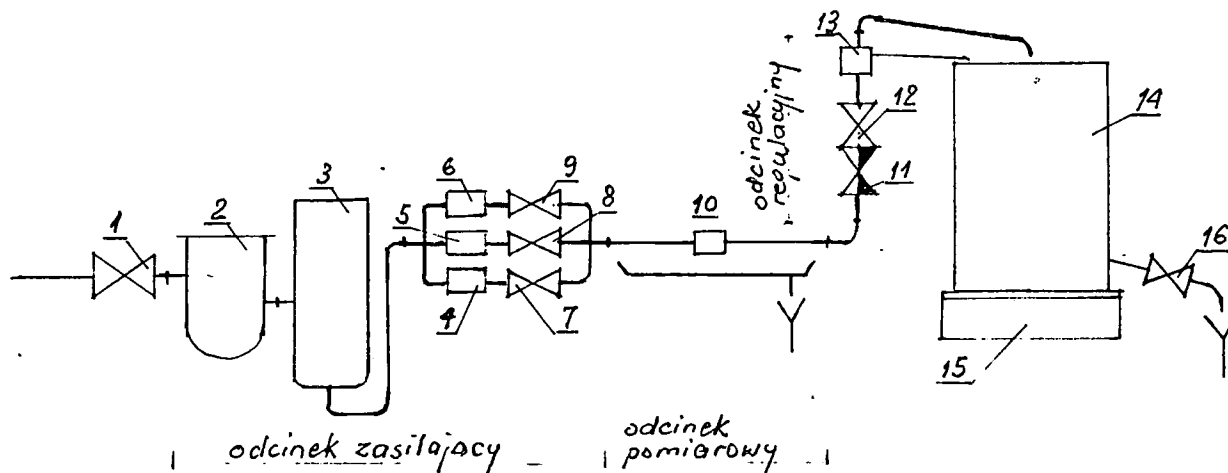
Waga elektroniczna METTLER-TOLEDO została zalegalizowana przez Okręgowy Urząd Miar jako etalon III klasy i w przyszłości jako część stanowiska pomiarowego posłuży do wzorcowania przepływomierzy turbinowych, w tym mlekomierzy o średnicach DN32 - DN50. Jej dane techniczne zamieszczono w p. 3.4. Dodatkowe badania wagi polegały na określeniu histerezy w całym zakresie pomiarowym, a także możliwości podwyższenia rozdzielczości odczytu masy.

Badanie histerezy polegało na wyznaczeniu w każdym zakresie pomiarowym tzn.: 0-300; 300-600 i 600-1500 kg po 5 punktów i wyznaczeniu czułości wagi w każdym z tych punktów przy przejściu przez działkę elementarną w „górze” i w „dół”. Badanie to wykazało bardzo wysoką czułość wagi, gdyż w żadnym punkcie charakterystyki histereza nie przekraczała 3g, co przy wielkości działki elementarnej dla poszczególnych zakresów 100, 300 i 500g. stanowi 3, 1,5 i 0,6% jej wielkości. Nie stwierdzono również mierzalnych w naszych warunkach różnic wskazań w czasie przy stałym obciążeniu. W przypadku pomiaru masy wody w zbiorniku obserwowano jej ubytek w czasie na skutek parowania. Ubytek ten jednakże jest funkcją temperatury wody i wilgotności powietrza i powinien być brany pod uwagę jeśli odstęp czasu między zakończeniem przepływu przez czujnik i odczytem masy wody w zbiorniku pomiarowym jest większy niż 10 min.

Istotnym mankamentem wagi okazała się jej niewystarczająca dla celów metrologicznych rozdzielczość wynikająca z dużej działki elementarnej wynoszących dla poszczególnych zakresów 100, 200 i 500g. co daje błąd pomiaru min. 0,03% dla górnego przedziału każdego z zakresów. W celu praktycznego zmniejszenia tego błędu i porównania całkowitych błędów pomiarów przeprowadzono dwie serie pomiarów przepływu z ważeniem wody w zbiorniku według dwóch różnych procedur. Procedura pierwsza polegała na zapisaniu wyniku ważenia z wyświetlacza terminalu po zatrzymaniu przepływu i całkowitym opróżnieniu rury wylotowej. Procedura druga polegała zaś na uzupełnieniu procedury pierwszej o czynność dolewania do zbiornika pomiarowego odmierzonej w menzurze ilości wody, aż do osiągnięcia następnej działki elementarnej i wyświetleniu na ekranie terminalu wyniku pomiaru masy wody, a następnie odjęciu od wyświetlonego wyniku masę wody dolanej. Przyjęto, że gęstość wody dolewanej wynosi 1g/cm³, gdyż wobec niewielkiej jej ilości (max 500g), różnice gęstości teoretycznej i rzeczywistej praktycznie nie wpływają na błąd ważenia. W ten sposób udało się osiągnąć rozdzielczość procesu ważenia ± 10g po uwzględnieniu histerezy wagi i błędu pomiaru objętości dolewanej wody, co wobec innych błędów ważenia wynikających z możliwości technicznych wagi i całego stanowiska wydaje się wielkością małą. Wyniki obydwu serii pomiarów zamieszczono w tabeli. Należy dodać, iż pomiarów tych dokonano wyłącznie dla celów porównawczych i opisany powyżej „sposób” zwiększenia rozdzielczości

wskazań wyników ważenia nie może być zastosowany w rutynowych pomiarach przepływu podczas wzorcowania czujników.

5. Instrukcja przeprowadzania pomiarów.



Schemat stanowiska pomiarowego

Oznaczenia na schemacie:

1. Zawór odcinający (zasuwa klinowa).
2. Filtr.
3. Odgaźnik.
- 4,5,6. Przepływomierze kontrolne DN., DN15 i DN50.
- 7,8,9. Zawory odcinające kulowe.
10. Badany czujnik.
11. Zawór regulacyjny typu 20.000.
12. Zawór odcinający kulowy DN50.
13. Przeziernik.
14. Zbiornik pomiarowy.
15. Waga elektroniczna Mettler-Toledo,
16. Zawór spustowy.

5.1 Przygotowanie stanowiska do badań.

5.1.1. Napełnianie stanowiska wodą następuje przez otwarcie zaworu odcinającego 1 przy:

- otwartym jednym z zaworów 7, 8, lub 9,
- zamkniętym zaworze regulacyjnym 11,
- otwartym zaworze 12,
- otwartym zaworze spustowym 16,

Przez powolne otwieranie zaworu 11 wypełnić rurę wypływową po czym zamknąć zawór 12.

5.1.2. Sprawdzenia szczelności zewnętrznej instalacji stanowiska dokonuje się przy ciśnieniu wody 0,6 MPa przez uważną lustrację wszystkich połączeń. Nie dopuszcza się żadnych wycieków.

5.1.3. Sprawdzenia szczelności wewnętrznej zaworów dokonuje się w następujący sposób:

- otworzyć zawór 12,
- powoli otworzyć zawór 11 do uzyskania niewielkiego wypływu,
- zamknąć jeden z uprzednio otwartych zaworów 7,8 lub 9,

Po opróżnieniu rury spustowej przez rurkę odprowadzającą przeziernika wypływ wody powinien całkowicie ustać a jej poziom w przezierniku powinien pozostać stały.

Następnie:

- zamknąć zawór 12,
- otworzyć jeden z zaworów 7, 8 lub 9.

Poziom wody w przezierniku powinien pozostać stały, a z jego rurki wypływowej nie powinien pojawić się żaden wypływ. Pojawienie się wypływu z rurki przeziernika oznacza w pierwszym przypadku nieszczelność jednego z zaworów 7,8 lub 9, zaś w drugim nieszczelność zaworu 12. W celu sprawdzenia szczelności zaworu spustowego 16 należy napełnić zbiornik pomiarowy ok. 300 dcm³ wody. Nie dopuszcza się pojawienia jakiegokolwiek wypływu z rury spustowej zbiornika.

5.1.4. Aby sprawdzić poprawność funkcjonowania odgaźnika należy:

- otworzyć zawór 8 (DN50),
- otworzyć zawór 12,
- powoli otwierać zawór regulacyjny 11, aż do uzyskania maksymalnego strumienia dla zainstalowanego do badań czujnika.

Pojawienie się pęcherzy gazowych lub zmętnienie przepływającego przez przeziernik strumienia świadczy o wadliwym funkcjonowaniu odgaźnika lub pojawieniu się kawitacji.

5.1.5. Sprawdzenie sprawności działania wagi, przepływomierzy kontrolnych i miernika impulsów polega na :

- obserwacji zachowania się wskazań przepływomierza kontrolnego, który powinien reagować na zmiany stopnia otwarcia zaworu regulacyjnego,
- obserwacji wskazań wyświetlacza terminalu wagi, który winien wskazywać przyrost masy wlewanej do zbiornika wody w sposób płynny, zaś po przerwaniu strumienia wypływającego wskazania winny być ustabilizowane ,
- obserwować miernik impulsów, który winien uruchamiać zliczanie impulsów i czasu trwania pomiaru po otwarciu przepływu i zakończyć zliczanie po jego przerwaniu zgodnie z zaprogramowanym sposobem działania.

Pozytywny wynik sprawdzenia części hydraulicznej i rejestrującej stanowiska warunkuje uzyskanie wyników pomiarów obciążonych błędem nie większym niż wynika to z możliwości technicznych stanowiska.

5.2. Wykonywanie pomiarów.

5.2.1 Po sprawdzeniu stanowiska przygotowanie do pomiarów polega na :

- otwarciu zaworu 12,
- otwarciu zaworu 7, 8 lub 9 w zależności od zakresu przepływu wybranego badanego czujnika i tak :
dla zakresu 1 - 10 dcm³/h ...DN.
10 - 100 dcm³/hDN15
80 - 800 dcm³/hDN50
- ustawieniu wymaganego przepływu przez reguluję zaworem 11,
- zamknięciu powoli zawór 12,
- po opróżnieniu zbiornika pomiarowego zamknięciu zaworu spustowego 16,
- wyzerowaniu wskazań wagi,
- wyzerowaniu wskazań miernika impulsów.

5.2.2. Aby uruchomić pomiar należy :

- energicznie otworzyć zawór 12,
- obserwować wskazania przepływomierza kontrolnego i w przypadku zmiany strumienia wskazanego przez przepływomierz kontrolny w czasie trwania pomiaru dokonać odpowiedniej korekty ustawienia zaworu regulacyjnego 11,
- po osiągnięciu przewidzianej dla badanego czujnika dawki zamknąć energicznie zawór 7, 8 lub 9,
- zamknąć zawór 12,
- odczytać ze wskaźników i zapisać w protokole masę wody, liczbę impulsów i czas pomiaru.
- zmierzyć i wpisać do protokołu temperaturę wody w instalacji.

5.3. Warunki przeprowadzania pomiarów.

W celu zmniejszenia względnego błędu pomiaru należy zwrócić uwagę aby;

- dawki wody użyte do pomiaru winny się mieścić w górnym przedziale każdego z zakresów wagi, a więc do 300 , do 600 i do 1500 kg,
- czasy pomiaru nie powinny być mniejsze niż 90 sek..

6. Ocena błędów pomiarów.

6.1 Czynniki powstawania błędów

6.1.1. Własności metrologiczne stanowiska określane były poprzez pomiary pośrednie przy zastosowaniu czujników, które potraktowano jako odniesienie. W pierwszej serii pomiarów posłużono się czujnikiem przepływomierza PT-32M-400 nr „0”, który przeszedł badania trwałościowe w ciągu 1200 godzin i średnim przepływie 300 dcm³/min. Stała tego czujnika wynosiła 12 impulsów/dcm³, zaś teoretyczny błąd względny pomiaru w czasie 90 sek.

$$\Delta^1 p_1 = 1/K \times 1/Q \times 1/\tau = 1/12 \times 1/400 \times 1/1,5 \times 100\% = 0,013 \%$$

Drugą serię pomiarów wykonano stosując czujnik przepływomierza PT- 50M-800 nr „06/96” po wstępnym dotarciu. Stała tego czujnika wynosiła 7 impulsów/dcm³ zaś, teoretyczny błąd względny pomiaru w czasie 90 sek. i strumieniu objętości 400 dcm³/min wynosi:

$$\Delta^2 p_1 = 1/7 \times 1/400 \times 1/1,5 \times 100 \% = 0.024 \%$$

6.1.2. Rozdzielczość odczytu masy dawki wody użytej do pomiarów dla poszczególnych zakresów wagi 300, 600 i 1500 kg. wynosi 100 ,200 i 500g, co daje błąd względny dla każdego z przedziałów w górnym jego zakresie;

$$\Delta p_2 = 0,1/300 \times 100 \% = 0,033 \%$$

Niezależnie od tego pomiar masy obarczony jest następującymi błędami ;

- odchyłka standardowa (s) - ± 50g,
- uchyb od zmiany poziomu wagi 1 : 1000 - ± 50g,
- nieliniowość charakterystyki - ± 50g,
- uchyb temperaturowy (od 20° C) - 20g/° C.

Z wymienionych wyżej błędów tylko odchyłka standardowa ma charakter przypadkowy i dlatego powinna być brana pod uwagę w rachunku błędów:

$$\Delta^1 p_3 = 0,05/300 \times 100\% = 0.016 \% \text{ dla zakresu wagi do 300 kg}$$

$$\Delta^2 p_3 = 0,05/600 \times 100\% = 0.08 \% \text{ dla zakresu wagi do 600 kg}$$

$$\Delta^3 p_3 = 0,05/1500 \times 100\% = 0,003 \% \text{ dla zakresu wagi do 1500 kg}$$

Przyjęto, że błąd pomiaru masy wynikający z nieliniowości charakterystyki mieści się w odchyłce standardowej podanej przez producenta wagi. Jednakże uchyb temperaturowy zależny od warunków otoczenia można uznać za błąd systematyczny tylko w przypadku ponownego wzorcowania wagi w warunkach pomiaru (różnych od 20° C) i dlatego powinien być potraktowany jako błąd przypadkowy. Przy założeniu, że pomiary odbywają się w przedziale temperatur 18 - 22° C co daje 80 g uchybu pomiaru

$$\Delta^1 p_4 = 0,08/300 \times 100\% = 0,026 \% \text{ dla zakresu do 300 kg}$$

$$\Delta^2 p_4 = 0,08/600 \times 100\% = 0,013 \% \text{ dla zakresu do 600 kg}$$

$$\Delta^3 p_4 = 0,08/1500 \times 100\% = 0,005 \% \text{ dla zakresu do 1500 kg}$$

6.1.3. Oprócz wyżej opisanych, pomiar liczby impulsów oraz dawki wody użytej do pomiaru obarczone są szeregiem innych błędów przypadkowych, na które mają wpływ takie czynniki jak:

- niedoskonałość hydrauliczna i mechaniczna czujników przyjętych jako odniesienie,
- nierównomierność strumienia w czasie pomiaru wynikająca z wahań ciśnienia w instalacji zasilającej,
- względnie długie czasy (ok. 0,2 - 0,5 sek.) przejścia przez strefę nieczułości czujników (poniżej dolnej granicy zakresu) przy uruchamianiu i przerywaniu pomiaru,

- zmian temperatury wody w czasie długotrwałych pomiarów wynikających ze zjawiska nagrzewania jej przez pompy,
- zjawisk hydraulicznych w strumieniu,
- zmian gęstości wody wynikających z jej zanieczyszczeń osadami i roztworami.

Bezpośrednie, względnie precyzyjne oszacowanie błędów pomiarów wynikających z powyższych czynników nie jest możliwe, jednakże można przyjąć, że sumaryczny błąd pomiaru, który został oszacowany na podstawie serii pomiarów dla obydwu czujników w kilku punktach ich charakterystyki jest sumą błędów przypadkowych Δp_{1-4} oraz sumą błędów przypadkowych nieoszacowanych Δp_a .

7. Wnioski.

W trakcie wszechstronnych badań stanowiska wykonano ok. 400 pomiarów, z których mniej niż połowę wykorzystano do opracowania charakterystyki stanowiska. Nie uwzględnione wyniki pomiarów obarczone były błędami grubymi wynikającymi z mankamentów konstrukcji i niemożliwością osiągnięcia właściwych parametrów przepływu. Już w trakcie badań dokonano szeregu zmian uwzględniających aktualne wymogi zawarte w zaadoptowanych i zalecanych już do stosowania normach międzynarodowych dotyczących stanowisk do badania wodomierzy. Tym nie mniej, wszystkie badania, których wyniki są obarczone błędami wzbogaciły doświadczenia w eksploatacji stanowiska, a także pomogły sformułować wnioski pomocne w dalszych badaniach i w niezbyt odległej przyszłości pomogą w doprowadzeniu do uwierzytelnienia stanowiska przez Główny Urząd Miar.

7.1. Waga.

Zakupiona w 1994 r. waga KD 1500 firmy METTLER-TOLEDO spełnia wymagania legalizacyjne wag III klasy wg. OIML i wobec nie ustalonego dotychczas jasnego stanowiska Głównego Urzędu Miar odnośnie wymagań w stosunku do wagowych stanowisk do badań przepływów, można sądzić, iż w tamtym czasie mogłaby być uznana jako etalon w uwierzytelnionym stanowisku do badania i wzorcowania przepływomierzy klasy 0,3 %.

Zastosowana waga ma bowiem bardzo dobre parametry techniczne - co zostało potwierdzone w trakcie badań stanowiska - jednak istotnym jej mankamentem jest zbyt mała rozdzielczość odczytu wyniku pomiarów masy, co wprowadza stosunkowo duży błąd do pomiaru przepływu (rozdział 5 opracowania). Rozdzielczość tę można bez trudu polepszyć przez modyfikację parametrów (zwiększenie liczby działek z 3000 do 6000), wymaga to jednak interwencji serwisu producenta. Zabieg ten nie zmieni klasy wagi. Według oświadczenia przedstawiciela firmy dotychczas nie produkuje się wag o zakresie powyżej 600 kg, które mogłyby być legalizowane w II klasie OIML. Wobec powyższego istnieje potrzeba zakupu wagi II klasy o zakresie do 150 kg. mogącej spełniać wymagania GUM-u. Waga ta pracowałaby przy tym samym stanowisku i służyła do wzorcowania mlekomierzy o mniejszych przepływach.

7.2. Zawory.

Zastosowane w odcinku regulacyjnym pierwszej wersji konstrukcyjnej stanowiska zawory kulowe, wykazały swoją nieprzydatność do funkcji regulacyjnych z powodu występowania zjawiska silnej kawitacji. Mimo znacznej długości odcinka pomiarowego (30D), rozwiązanie konstrukcyjne z tymi zaworami wydaje się niewłaściwe i z pewnością trudne do zaakceptowania przez GUM. Z tego powodu 2 zawory kulowe DN15 i DN50 zastąpiono jednym zaworem regulacyjnym typu 20000. Charakterystyka przepływowa tego zaworu (zbyt mały współczynnik K_v) nie pozwala na uzyskanie wymaganych przepływów do 800 dm^3/min . co uniemożliwia badania charakterystyk przepływomierzy DN50 w pełnym zakresie. Istnieje zatem pilna potrzeba zakupu zaworu regulacyjnego o wyższym niż stosowany współczynniku K_v . Zawory takie produkuje się także w wersji kulowej.

7.3. Jakość wody.

W trakcie kilkumiesięcznych prób funkcjonowania stanowiska i wykonywania na nim badań stwierdzono, że niska jakość wody w obiegu pomiarowym zdecydowanie negatywnie wpływa na warunki jego eksploatacji. Dotyczy to zwłaszcza dużej ilości osadów korozyjnych znajdujących się w wodzie i ich oddziaływania na wszystkie elementy stanowiska, przez niszczenie części trących zaworów, osadzanie się w przewodach i zmiany charakteru przepływu, trudne do określenia zmiany gęstości wody i przyspieszony postęp korozji całej instalacji. Problem ten może zostać radykalnie rozwiązany przez zastąpienie materiału rurociągów instalacji zasilającej ze stali węglowej stalą nierdzewną.

7.4. Pozostałe elementy stanowiska.

Poza w/w , inne elementy stanowiska wykazały swoją przydatność i nie wymagają zasadniczych zmian. Drobne modyfikacja wykonywane w czasie eksploatacji będą związane z usprawnieniem obsługi.

Wyniki pomiarów przepłyku strumienia objętości

Czujnik PT-32-500M nr. "0"

L.p.	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kp]	Śr. strum. rzeki. [kp/min]	Stosunek czujnika [imp/kp]	Czas pomiaru [sek]	Temp wody [°C]
1	400	7197	595,0	396,666	12,0958	90,0	21,9
2		7224	597,2	396,810	12,0964	90,3	
3		7235	597,8	396,769	12,0127	90,4	
4		7234	598,6	397,300	12,0848	90,4	
5		7225	597,4	393,890	12,0940	91,0	
6		7218	597,2	393,326	12,0864	91,1	
7		7204	595,6	396,1862	12,0953	90,2	
8		7205	595,4	396,492	12,1011	90,1	
9		7225	597,0	397,117	12,1021	90,2	
10		7236	598,0	396,026	12,1003	90,6	
11		7218	596,6	395,099	12,0985	90,6	
12		7182	594,4	395,960	12,0827	90,1	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500M nr. "0"

L.p	Strum. Zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp.]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczki. [kg/min]	Stara czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	300	7177	594,6		12.0702	120,1	22,0
2		7208	597,0		12.0737	120,5	
3		7213	597,4		12.0739	120,5	
4		7199	596,0		12.0788	120,3	
5		7210	597,2		12.0730	120,5	
6		7223	598,0		12.0786	120,7	
7		7212	597,0		12.0804	120,5	
8		7215	597,2		12.0813	120,5	
9		7208	596,8		12.0774	120,5	
10		7213	597,2		12.0780	120,6	
11		7208	596,6		12.0818	120,5	
12							

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500M nr. „0”

L.p.	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [Imp]	Dawka Hody [kp]	Śr. strum. rzeczyw. [kp/min]	Stała czujnika [Imp/kp]	Czas pomiaru [sek]	Temp Hody [°C]
1	250	7186	596,4	247,811	12,0489	144,4	22,0
2		7188	596,6	247,894	12,0482	144,4	
3		7193	596,8	247,806	12,0526	144,5	
4		7188	596,2	247,900	12,0563	144,3	
5		7196	597,0	247,717	12,0536	144,6	
6		7191	598,0	248,304	12,0250	144,5	
7		7190	596,4	247,811	12,0556	144,4	
8		7188	596,0	247,645	12,0604	144,4	
9		7196	597,0	247,717	12,0536	144,6	
10		7196	596,8	247,977	12,0576	144,4	
11		7203	597,2	247,800*	12,0613	144,6	
12		7191	597,2	247,972	12,0414	144,5	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500 M nr. „0”

L.p	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczyw. [kg/min]	Stosunek czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]	
1	200	7192	596,6	199,643	12,0549	179,3	22,0°C	
2		7196	597,0	199,332	12,0536	179,7		
3		7195	597,0	199,110	12,0519	179,9		
4		7191	596,6	198,977	12,0533	179,7		
5		7179	595,8	199,042	12,0493	179,6		
6		7181	596,2	199,176	12,0446	179,6		
7		7180	596,0	198,777	12,0469	179,9		
8		7183	596,2	198,733	12,0480	180,0		
9		7191	596,6	198,756	12,0533	180,1		
10		7153	595,4	198,577	12,0138	179,9		
11								
12								

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500 M nr. "0"

	Strum. zadany [dm ³ /min]	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczywisty [kg/min]	Stosunek czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	150	3635	302,4	148,2353	12,0205	122,4	22,4
2		3601	299,4	149,2026	12,0273	120,4	
3		3578	297,7	148,4788	12,0188	120,3	
4		3612	300,2	148,7365	12,0319	121,1	
5		3603	299,2	148,6092	12,0421	120,8	
6		3596	298,6	148,4341	12,0428	120,7	
7		3584	297,4	148,2059	12,0511	120,4	
8		3574	296,5	148,2500	12,0539	120,0	
9		3614	299,9	148,4653	12,0506	121,2	
10		3602	298,8	148,1652	12,0549	121,0	
11		3611	299,7	148,7345	12,0487	120,9	
12		3609	299,5	149,1286	12,0500	120,5	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500.M nr. "0"

	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczywisty [kg/min]	Stosunek czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp wody [°C]
1	100	3598	298,1	98,9817	12,0697	180,7	22,4
2		3605	299,3	98,8876	12,0448	181,6	
3		3604	299,1	98,9305	12,0495	181,4	
4		3603	298,9	98,8644	12,0541	181,4	
5		3603	299,0	98,7885	12,0501	181,6	
6		3598	298,5	98,9502	12,0536	181,0	
7		3601	298,9	99,0281	12,0475	181,1	
8		3605	299,1	99,2040	12,0528	180,9	
9		3609	299,5	99,2269	12,0501	181,1	
10		3603	298,9	99,0281	12,0541	181,1	
11		3606	299,2	98,9520	12,0521	181,3	
12		3602	298,0	98,6754	12,0872	181,2	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500 19 nr. "0"

	Strum. zadany [dm ³ /h]	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczyw. [kg/h]	Stała czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	75	3625	299,1	74,5575	12,1197	240,7	22,9
2		3625	298,9	74,4445	12,1278	240,9	
3		3631	299,4	74,5085	12,1276	241,1	
4		3624	298,9	72,3544	12,1244	240,4	
5		3624	298,8	74,2360	12,1285	241,5	
6		3624	298,9	74,1687	12,1244	241,8	
7		3625	298,9	74,4767	12,1278	240,8	
8		3624	298,8	74,4827	12,1285	240,7	
9		3624	298,7	74,4888	12,1258	240,6	
10		3624	298,9	74,5386	12,1244	240,6	
11		3626	299,0	74,5326	12,1271	240,7	
12		3627	299,0	74,5636	12,1304	240,6	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500 M nr. "0"

	Strum. zadany [dm ³ /h]	Liczba impulsów [imp]	Dawka krody [kg]	Śr. strum. rzecz. k. [kg/h]	Stara czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp krody [°C]
1	50	3614	298,6		12,1090	360,7	21,1°C
2		3600	297,3		12,1031	359,3	
3		3612	298,8		12,1038	361,4	
4		3613	298,5		12,0883	259,6	
5		3603	298,3		12,0784	358,1	
6		3610	298,7		12,0857	358,3	
7		3611	298,6		12,0931	359,9	
8		3614	299,2		12,0789	360,8	
9		3609	298,6		12,0864	360,2	
10		3608	298,5		12,0871	359,7	
11		3612	298,8		12,0883	359,1	
12		3610	298,6		12,0897	358,9	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-32-500M nr. "0"

	Strum. zadany dm ³ /h	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	Śr. strum. rzeczywisty [kg/h]	Stosk czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	40	3624	299,6	40,1698	12,0961	447,5	21,1°C
2		3611	298,4	39,9375	12,1012	448,3	
3		3613	298,6	39,8842	12,0998	449,2	
4		3612	298,3	40,0313	12,1086	447,1	
5		3614	298,6	39,9197	12,1031	448,8	
6		3615	298,6	39,8487	12,1065	449,6	
7		3609	299,0	39,8843	12,0702	449,8	
8		3606	297,9	39,8795	12,1047	448,2	
9		3595	297,4	39,7859	12,0880	448,5	
10		3613	298,4	40,0626	12,1079	446,9	
11		3618	299,3	40,1745	12,0862	447,0	
12		3617	299,0	40,1252	12,0969	447,1	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujniki PT-50M-800 nr. „6/96”

Lp	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka kody [kp]	Śr. strum. rezykl. [kp/min]	Stała czujnika [imp/kp]	Czas pomiaru [sek]	Temp kody [°C]
1	400	4196	596,460		7,03483	90,2	21,2
2		4199	596,840		7,03538	89,8	
3		4206	597,750		7,03638	90,1	
4		4199	596,690		7,03715	89,9	
5		4207	597,880		7,03652	90,8	
6		4206	597,860		7,03509	90,2	
7		4207	597,910		7,03617	90,7	
8		4199	596,790		7,03597	90,1	
9		4210	598,240		7,03731	90,2	
10		4197	596,500		7,03604	90,4	
11		4193	595,960		7,03570	90,1	
12		4201	597,000		7,03685	90,2	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-50M-800 nr. 6/96

L.p	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kg]	śr. strum. rzeczyw. [kg/min]	Stała czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	400	4215	598,6	397,740	7,04143	90,3	22,2
2		4209	597,6	396,637	7,04317	90,4	
3		4223	599,6	397,086	7,04302	90,6	
4		4195	595,8	398,0896	7,04095	89,8	
5		4209	597,6	397,5166	7,04317	90,2	
6		4206	597,2	397,6914	7,04286	90,1	
7		4207	597,4	396,9435	7,04218	90,3	
8		4203	596,8	396,9844	7,04256	90,2	
9		4205	597,2	397,2505	7,04119	90,2	
10		4200	596,4	396,7184	7,04225	90,2	
		4208	597,6	396,6371	7,04150	90,4	
		4240	602,0	396,9230	7,04319	91,0	

Klasyfikacja pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-50M-800

nr. „6/96”

Lp	Strum. zadany dm ³ /min	Liczba impulsów [imp]	Dawka krody [kg]	Śr. strum rzeczyki [kg/min]	Stosunek czujnika [imp/kg]	Czas pomiaru [sek]	Temp krody [°C]
1	500	4217	598,6	495,3931	7,04477	72,5	22,2
2		4205	597,0	494,7513	7,04355	72,4	
3		4215	598,4	495,2275	7,04378	72,5	
4		4220	598,8	486,8292	7,04742	73,8	
5		4215	598,2	494,3801	7,04613	72,6	
6		4211	597,6	495,9336	7,04652	72,3	
7		4209	597,2	493,5537	7,04789	72,6	
8		4231	600,5	493,5616	7,04579	73,0	
9		4204	596,6	494,4198	7,04659	72,0	
10		4217	598,4	494,5454	7,04712	72,6	
11		4217	598,6	494,0302	7,04477	72,7	
12		4217	598,4	493,8651	7,04712	72,7	

Wyniki pomiarów przepływu strumienia objętości

Czujnik PT-50M-80 nr. „6/96”

L.p.	Strum. zadany [dm ³ /min]	Liczba impulsów [imp]	Dawka wody [kp]	Śr. strum. rzeczyw. [kp/min]	Stała czujnika [imp/kp]	Czas pomiaru [sek]	Temp. wody [°C]
1	600	10,572	1500,5	597,4120	7,04565	150,7	22,4
2		10,573	1496,5	598,9993	7,06515	149,9	
3		10,563	1499,5	600,2001	7,04434	149,9	
4		10,549	1497,5	597,8043	7,04440	150,3	
5		10,558	1499,0	598,8016	7,04336	150,2	
6		10,550	1497,5	597,4069	7,04507	150,7	
7		10,537	1496,0	597,6031	7,04344	150,2	
8		10,553	1498,0	597,2093	7,04472	150,5	
9		10,559	1498,5	597,8058	7,04637	150,4	
10		10,555	1498,0	596,8127	7,04606	150,6	
11		10,562	1499,5	596,6180	7,04368	150,8	
12		10,585	1502,5	596,2302	7,04482	151,2	