



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródlana 8

33-111 Koszyce Wielkie

tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax.: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

Stanowisko do wizualizacji opływu ciał stałych przez ciecz



Spis treści

Spis treści	2
Wstęp	3
Opis techniczny	4
Czujniki i przetworniki	5
Czujnik przepływu YF-DN40	5
Urządzenia wykonawcze	6
Sterownik CPU03	6
Pompa WZ250	8
Konstrukcja stanowiska	9
Część mechaniczna	9
Część hydrauliczna	9
Zespół dozowania tuszu	12
Ukompletowanie	13
Pulpit i sterowanie	14
Instrukcja użytkowania	15
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	15
Instrukcja obsługi	15
Przeglądy okresowe	16
Materiały eksploatacyjne	16
Załączniki	17
Dokumentacja towarzysząca	17

Wstęp

Stanowisko zapewni studentom zapoznanie się z opływem ciała stałego przez ciecz. Istotą badania jest obserwacja tworzenia się warstwy granicznej spowodowanej siłami tarcia (lepkość cieczy) występującymi na granicy faz ciało stałe - ciecz oraz w kolejnych warstwach przepływającej cieczy. Będzie można zaobserwować charakter opływu i położenia punktu oderwania warstwy granicznej płynu od powierzchni ciała stałego podczas zmieniającego się objętościowego natężenia przepływu cieczy.

Opis techniczny

Podstawowe dane stanowiska

Pojemność zbiornika wodnego:	30 dm ³
Rodzaj cieczy:	woda z inhibitorem korozji
Czas cyklu pracy:	ciągły
Maksymalne ciśnienie w instalacji:	6bar
Wymiary:	100/60/135 cm
Ciężar (bez wody):	40 kg
Dokładność pomiaru przepływu:	±5%
Zakres maksymalny pomiaru przepływu:	0÷150l/min

Instalacja elektryczna

Napięcie robocze:	230V
Pobór prądu:	300W
Temperatura pracy:	0÷40°C
Wilgotność:	do 50%

W urządzeniu występują wysokie napięcia i duże naprężenia mechaniczne. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta.

Poniżej przedstawiono wyciągi z dokumentacji i opisy ważniejszych podzespołów użytych do budowy stanowiska.

Czujniki i przetworniki

Czujnik przepływu YF-DN40

Miernik przepływu na czujniku Halla.



Dane techniczne:

Minimum rated working voltage:	DC 4.5~12V
Max. working current:	15mA (DC 5V)
Working voltage range:	DC 4.5~12V
Loading capacity:	$\leq 10\text{mA}$ (DC 5V)
Operating temperature range:	$\leq 80^{\circ}\text{C}$
Operating humidity range:	35%~90%RH (No frost)
Allow withstand voltage:	water pressure 1.75Mpa below
Storage temperature:	$-25\sim 80^{\circ}\text{C}$
Storage humidity:	25%~95%RH
Output pulse high level:	$>\text{DC } 4.5\text{V}$ (input voltage DC 5V)
Output pulse low level:	$<\text{DC } 0.5\text{V}$ (input voltage DC 5V)
Accuracy:	10~300 L/min $\pm 5\%$ (Flow~pulse output)
Output pulse duty factor:	50 $\pm$ 10%
Output rise time:	0.04us
Output fall time:	0.18us
Flow~pulse Proficiency test pulse frequency(Hz)=[0.5xQ] $\pm 5\%$ (proficiency test) (Q flow L/Min)	
Accuracy within 10%	
Insulation resistance: insulation resistance between Hall element and copper body 100Mohms above (DC 500V).	
Durability: In normal temperature, pumped in 0.1MPa water pressure in water inlet, 1S connected and 0.5S break off for one circulation, testing 300000 times, the product is in normal.	

Karta katalogowa w załącznikach.

Urządzenia wykonawcze

Sterownik CPU03



Opis działania:

Sterownik CPU03 przeznaczony jest do sterowania prostymi procesami przemysłowymi. Posiada osiem wejść i osiem wyjść cyfrowych oraz cztery 12-bitowe wyjścia i cztery 12-bitowe wejścia analogowe. Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10V do 30V. Urządzenie posiada

wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących czujnik od przepięć powstałych na magistrali RS485/RS422.

Dane techniczne:

Zasilanie:	10÷30Vdc
Pobór prądu:	0.1 ÷ 0.3A (zależny od ilości dołączonych modułów)
Sygnal wyjściowy:	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200m
Stopień ochrony obudowy:	IP32
Temperatura pracy:	0÷70°C
Parametry wejść cyfrowych:	
punkt przełączenia:	11.8V
maksymalna częstotliwość	
sygnału wejściowego:	500Hz
Parametry wyjść cyfrowych:	
maksymalna częstotliwość	
sygnału wyjściowego:	>2kHz
maksymalny ciągły prąd wyjściowy:	0.5A
zabezpieczenie przepięciowe i nadprądowe	każdego wyjścia oddzielnie.
Parametry wejść analogowych:	
Przetwornik:	12-bitowy
częstotliwość kwantyzacji:	1kHz

Każde wejście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- $0 \div 5V$
- $0 \div 10V$
- $0 \div 20mA$

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik 12-bitowy
maksymalna częstotliwość
sygnału wyjściowego: $>100Hz$

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- $0 \div 5V$
- $0 \div 10V$

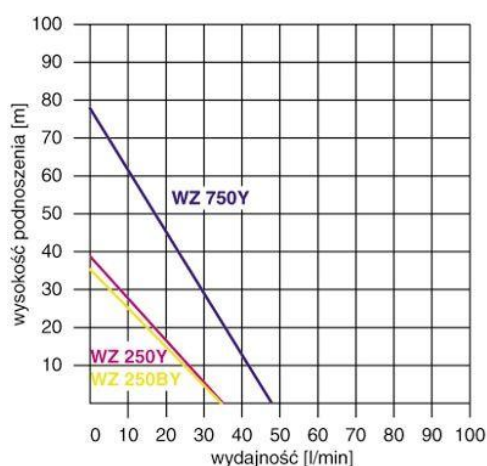
Pompa WZ250



Wykonanie: korpus pompy odlew żeliwny, wirnik mosiężny, wał ze stali nierdzewnej.

Cechy i zalety:

- oszczędność przestrzeni - małe wymiary pompy
- duża wysokość podnoszenia
- odporna na korozję
- prosty i szybki montaż
- łatwa obsługa
- wbudowany wyłącznik termiczny, który zabezpiecza silnik przed zbyt wysoką temperaturą



TYP	wydajność maks. [l/min]	wysokość podnoszenia maks. [m]	moc silnika [kW]	maks. prąd uzwojenia [A]	średnica króćców ssan./tłocz.	napięcie zasilania [V]
WZ 250	35	39	0,25	2,2	1"x1"	230
WZ 250B	35	36	0,25	1,6	1"x1"	230
WZ 750	48	78	0,75	5,6	1"x1"	230

Konstrukcja stanowiska

Część mechaniczna

Stanowisko zostało wykonane jako konstrukcja samodzielna i autonomiczna, tzn. do pracy nie jest wymagane podłączenie do wody lub odpływu. Ze względu na potrzebę okresowej wymiany wody związanej z przenikaniem barwnika i stopniową zmianą koloru w urządzeniu przewidziano tryb automatycznej wymiany wody. W tym przypadku należy urządzenie podłączyć do źródła wody i do odpływu.

Stanowisko zostało zaprojektowane jako konstrukcja ramowa z zamocowanymi kółkami w celu łatwego przemieszczania w laboratorium. Kółka posiadają hamulec.

Z prawej strony urządzenia zamontowano otwarty zbiornik wodny o pojemności 30dm³.

Z lewej umieszczono część elektryczną z umieszczonym na blacie panelem sterującym.

Pod blatem, z prawej strony zamontowano wysuwaną szufladę z modelami i wszelkimi akcesoriami potrzebnymi do eksploatacji stanowiska.

Sama komora posiada zdejmowaną płytę czołową odgraniczającą tunel przepływowy. Z obu stron znajdują się otwarte zbiorniki buforowe. W lewym umieszczony został układ dozowania tuszu. Tunel jest podświetlony, a od wewnętrznej strony zamontowano układ obracania modeli. Sprzężenie między tym układem a samym modelem jest magnetyczne.

Część hydrauliczna

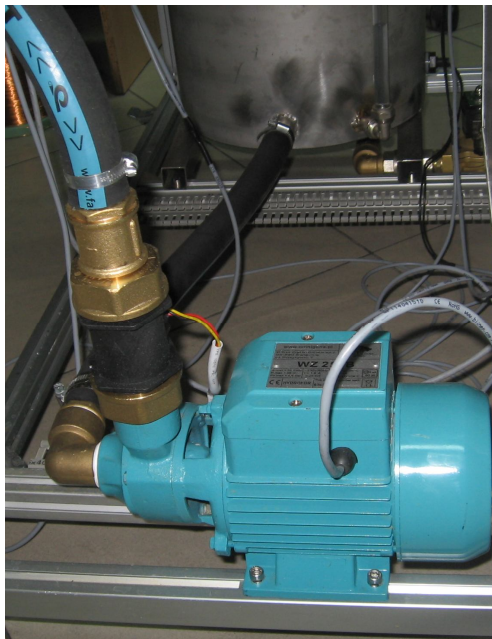
Całość instalacji hydraulicznej została zaprojektowana w układzie otwartym, tj. zbiornik posiada połączenie z atmosferą.

Zbiornik o pojemności 30l wykonany ze stali nierdzewnej zaopatrzone w dwa czujniki poziomu oraz wodowskaz szklany (zdjęcie obok).

Na zbiorniku zamontowano też dwa elektrozawory: górny i dolny służące do automatycznej wymiany wody.



Ze zbiornika węzłem gumowym woda jest transportowana do pompy rotacyjnej WZ250 o regulowanym wydatku. Na wylocie pompy wstawiono przepływomierz turbinowy służący do pomiarów przepływu i wyliczania prędkości liniowej cieczy w tunelu obserwacyjnym.

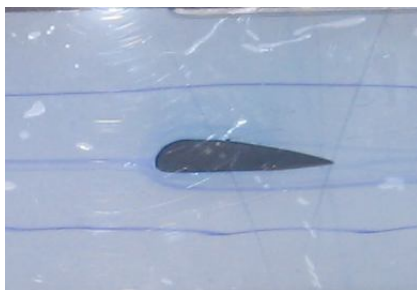
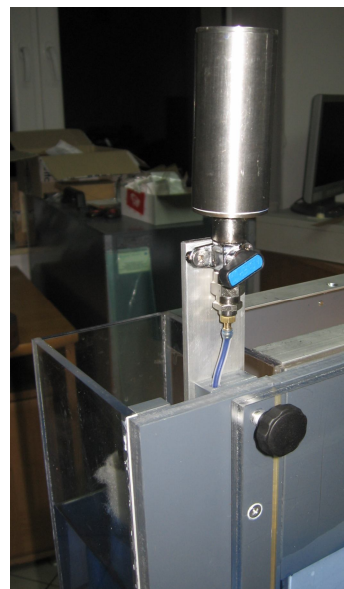


Górna część stanowiska składa się z dwóch komór buforowych i tunelu obserwacyjnego.

Z pompy woda trafia do lewej komory buforowej, w której zamontowana jest wyciągana rura deflektora mająca za zadanie zmianę kierunku strugi i uspokojenie przepływu.

W lewej komorze zamontowano również układ podawania tuszu (zdjęcie obok). Rura deflektora i cały układ podawania są demontowane w celu ewentualnego czyszczenia. Rura montowana jest na „wcisk”, natomiast układ podawania przymocowany jest dwoma nakrętkami motylkowymi.

Z lewej komory woda trafia do tunelu obserwacyjnego. Tunel ma kształt prostopadłościanu o wymiarach 600x155x12mm (długość, wysokość, szerokość). Przepływająca w nim laminarnie woda opływa zamontowane modele, zaś linie tuszu obrazują ugięcie strug.



Przednia ścianka została wykonana z grubej pleksi (PMMA). W celu wymiany modeli można ją zdemontować. Służy do tego trzynaście pokręteł. Od tylnej strony tunelu obserwacyjnego zamontowano układ obracania modeli wykonany na serwomechanizmie. Na panelu sterującym wyświetlany jest kąt (położenie katowe) modelu. Na końcu Serwa zamontowano silny magnes neodymowy. Każdy model również posiada zatopione dwa

magnesy neodymowe. Po zamocowaniu modelu w pobliżu mechanizmu, model ustawia się zgodnie z pozycją magnesu serwa.

W tunelu obserwacyjnym przewidziano możliwość wstawiania kierownic przepływu. Jest to cienka przezroczysta płyta ze specjalnie ukształtowanymi ściankami bocznymi. Kierownice mogą zwiększać szybkość przepływu lub obrazować przepływ przez przeszkody.

Z tunelu woda wpływa do prawego zbiornika buforowego (zdjęcie obok). Jego zadanie to utrzymywanie zadanego poziomu wody w tunelu niezależnie od przepływu. Realizowane jest to specjalną konstrukcją odpływu o regulowanej wysokości. Odpływ ten jest demontowany (w celach serwisowych).



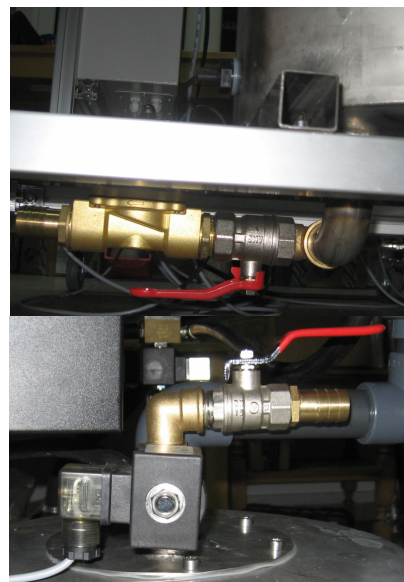
Do obu komór buforowych doprowadzono węże z elektrozaworami. Po ich włączeniu możliwe jest całkowite spuszczenie wody z obu komór i tunelu. Procedurę tą uruchamia się poprzez włączenie przycisku SPUST na panelu. W momencie jej włączenia nie jest możliwe załączenie silnika. Woda z zaworów wpływa do zbiornika głównego. Na zdjęciu obok przedstawiono opisujący zespół.

W stanowisku przewidziano możliwość automatycznej wymiany wody. Zbiornik główny zaopatrzono w dwa komplety elektrozaworów wraz z zaworami kulowymi: duży na spodzie zbiornika, mały na górze (zdjęcia obok).

Do dolnego króćca należy podłączyć wąż o średnicy wew. $\varnothing$ 26mm połączony z odpływem. Do górnego wąż o średnicy wew. $\varnothing$ 20mm podłączony do źródła wody.

Po włączeniu procedury przyciskiem WYMIANA na panelu sterującym następuje sekwencja działań:

- spuszczenie wody: otwierany jest zawór dolny, stan ten utrzymywany jest do czasu sygnalizacji przez dolny czujnik poziomu najniższego stanu wody w zbiorniku;

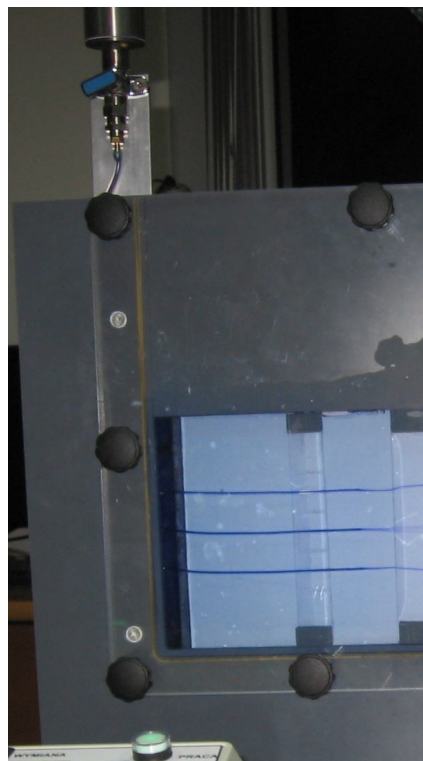


- napełnianie: wyłączany jest zawór dolny i włączany zawór górny: stan ten trwa do czasu zasygnalizowania przez czujnik górny osiągnięcia odpowiedniego poziomu wody.

Po przejściu całego cyklu procedura jest wyłączana. W każdej chwili można też przerwać procedurę powtórnie naciskając przycisk.

Zespół dozowania tuszu

W stanowisku wstawiono zespół dozowania tuszu mający za zadanie wytworzenie stabilnych linii tuszu do obrazowania opływu. Dozownik został pomyślany jako niezależny zespół (można go zdemontować przy pomocy dwóch nakrętek motylkowych umieszczonych wewnątrz lewego zbiornika buforowego). Tusz spływa do tunelu grawitacyjnie, zaś jego przepływ można regulować małym zaworem kulowym umieszczonym pod zasobnikiem (zdjęcie obok). Wewnątrz listwy mocującej tusz rozdziela się na trzy kapilary, które wprowadzane są do tunelu. Przy końcu kapilar umieszczono uchwyt ze żłobkowatymi mocowaniami na kapilary. Rozwiązanie to pozwala na zmianę położenia wylotu kapilar w różnych doświadczeniach. W zaprojektowanym stanowisku przewidziano trzy kapilary.



Ukompletowanie

Do stanowiska dołączono następujący sprzęt:

- kierownica (przekrój poprzeczny załączonej kierownicy wynosi 12,5x0.8cm),

- modele:

- koło Ø40



- koło Ø30



- prostokąt



- prostokąt o zaokrąglonych krawędziach



- profil aerodynamiczny I



- profil aerodynamiczny II



- zapasowe nakrętki do szyby przedniej, tusz, zapasowa włóknina do deflektora, zapas kapilar do dozownika tuszu.

Przy pomocy powyższego zestawu elementów można wykonać kilka ciekawych obserwacji związanych z opływem cieczy wokół ciał stałych przy różnych kątach oraz opływem i odrywaniem strug cieczy przy różnych prędkościach przepływu.

Pulpit i sterowanie

Na blacie zamontowano pulpit sterujący, jak na zdjęciu obok.

Na pulpicie umieszczono trzy przyciski, jedną kontrolkę i dwa potencjometry.

PRACA – kontrolka zielona. Sygnalizuje poprawną pracę urządzenia.

SILNIK – przycisk zielony. Naciśnięcie powoduje włączenie układów napędowych. Zmiana przepływu realizowana jest przez potencjometr „silnik”.

SPUST – przycisk pomarańczowy - włączenie elektrozaworów odprowadzających wodę z komór buforowych. Włączenie tego przycisku odłącza silnik (dokładny opis w rozdziale „Część hydrauliczna”).

WYMIANA – przycisk pomarańczowy - włączenie automatycznej sekwencji wymiany wody w zbiorniku. Włączenie tego przycisku odłącza silnik (dokładny opis w rozdziale „Część hydrauliczna”).

SERWO – potencjometr do ustawiania położenia kąтового modelu. Umożliwia zmiany w zakresie (przynajmniej) $-45^{\circ} \div 45^{\circ}$.



Na ekranie LCD wyświetlane są ustawienia i pomiary:

- stan włączenia pompy (PRACA, STOP),
- stany czujników poziomu (0,1),
- tryb pracy (OK, WYMIANA, SPUST),
- przepływ w dm^3/min ,
- prędkość liniowa w cm/min ,
- położenia potencjometrów P1 i P2,
- dużą czcionką kąt modelu w stopniach.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy

Stanowisko powinno być ustawione w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części frontowej i do szafki elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie. W czasie pracy stanowiska nie wolno dotykać żadnych części ruchomych. Na czas dłuższej przerwy w pracy wyjąć wtyczkę z gniazda i spuścić zapas tuszu z dozownika, przepłukać układ dozowania czystą wodą.

Wszelkie zauważone w czasie pracy nieprawidłowe działania urządzenia należy niezwłocznie zgłaszać nadzorowi, przerywając pracę aż do chwili usunięcia usterki.

Instrukcja obsługi

Czynności niezbędne do wykonania poprawnego badania:

1. Włączyć stanowisko wyłącznikiem krzywkowym.
2. Włączyć pompę przyciskiem SILNIK, ustawić odpowiednią wartość przepływu. Oczekać do ustabilizowania się przepływu.
3. Otworzyć zawór dozownika tuszu. Przepływ tuszu powinien być minimalny. Oczekać do ustabilizowania się strug.
4. Zmieniając położenia modelu obserwować układanie się strug.
5. Zamknąć zawór dozownika tuszu.
6. Wyłączyć pompę przyciskiem SILNIK.
7. Wyłączyć stanowisko wyłącznikiem krzywkowym.

Czynności niezbędne do wymiany modelu lub kierownicy:

1. Przy włączonym stanowisku włączyć spust wody z komór i tunelu przyciskiem SPUST. Oczekać aż poziom wody będzie niższy niż najniższy poziom tunelu.
2. Odkręcić przezroczystą pokrywę czołową.
3. Wyjąć i włożyć nową kierownicę (jeśli potrzeba).
4. Wykręcić model i wkręcić nowy. Model jest mocowany na połączeniu gwintowym, po wkręceniu modelu do wyczuwalnego oporu należy odkręcić go o 0.5÷1 obrotu. Obrócić serwem w całym zakresie ruchu i sprawdzić czy model się nie zacina.
5. Zakręcić pokrywę czołową.
6. Wyłączyć przycisk SPUST.

Czynności niezbędne do wymiany wody w zbiorniku:

1. Przy włączonym stanowisku włączyć przycisk WYMIANA.
2. Otworzyć zawory kulowe na spuście i dolocie do zbiornika. Zapewnić ciśnienie wody na dolocie.
3. Obserwować na wodowskazie i wyświetlaczu procedurę wymiany.
4. Po zakończeniu cyklu (kontrolka WYMIANA powinna zgasnąć) zamknąć zawory kulowe wlotu i wylotu. Zdjąć ciśnienie z węża dolotowego.
5. Dolać do prawej komory inhibitora korozji.

Czynności niezbędne do uzupełnienia tuszu:

1. Zdjąć wieczko zasobnika tuszu.
2. Wlać mieszanek wody i tuszu w proporcjach 3:1.
3. Zamknąć wieczko.

Przeglądy okresowe

Podczas normalnej eksploatacji urządzenia należy okresowo wykonywać następujące czynności:

- wymiana wody w zbiorniku – w razie zabrudzenia.
- uzupełnianie wody w zbiorniku – w razie przekroczenia wartości minimalnej.

Materiały eksploatacyjne

- inhibitor korozji Gliquid ANTY-KOR;
- tusz kreślarski wodorozcieńczalny.

Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków w załączonych albumach:

0181.0.1.1000	Schemat blokowy
0181.0.1.1001	Instalacja elektryczna
0181.0.1.1002	Układ sterowania
0181.0.1.1003	Instalacja hydrauliczna

Karta katalogowa przepływomierza