

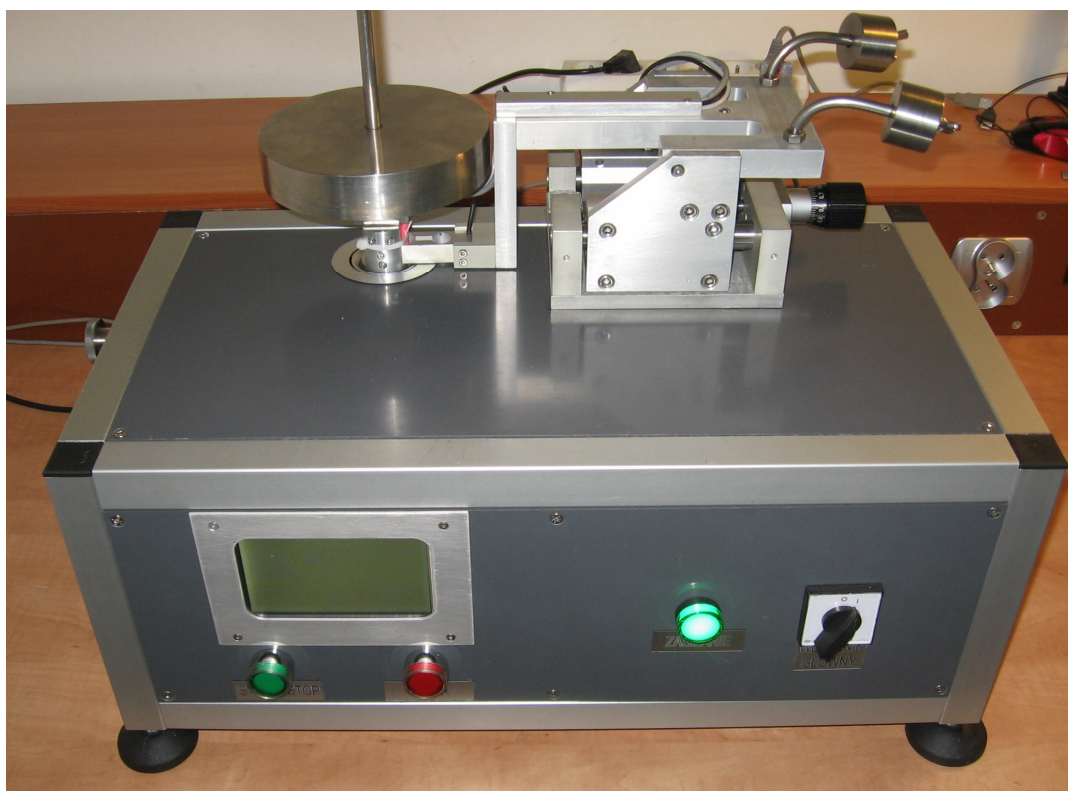


**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródłana 8
33-111 Koszyce Wielkie
tel.: 0146210029, 0146360117
faks: 0146210029, 0146360117
mail: biuro@elbit.edu.pl
www.elbit.edu.pl

TRYBOTESTER

Urządzenie do badania odporności na ścieranie.



Spis treści

Wstęp	3
Opis techniczny.....	4
Czujniki i przetworniki.....	6
Czujnik siły K1505-500N.....	6
Czujnik siły KM202-100N.....	7
Wzmacniacz czujników tensometrycznych CZU06	8
Magnetyczny czujnik położenia MLS-110	9
Czujnik temperatury, wilgotności i punktu rosy CZU2HT.....	11
Termopara płaszczowa typu K NiCr-NiAl	12
Czujnik temperatury pt100 do powierzchni oczkowej	13
Przetwornik pomiarowy PS-11	14
Urządzenia wykonawcze.....	15
Sterownik CPU06.....	15
Silnik BG75x50PI 40V.....	17
Pompa perystaltyczna dozująca.....	18
Opis programu TRYBOTESTER II.....	25
Okno główne.....	25
Parametry programu	26
O programie	27
Panel pomiarów i parametrów.....	28
Programowanie próby.....	29
Sterowanie	30
Wykresy.....	30
Układ sterowania.....	35
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.....	37
Instrukcja obsługi.....	37
Wymiana przeciwpróbki (kółki).....	37
Wymiana próbki.....	37
Zmiana obciążenia.....	38
Wykonanie próby ścieralności	38
Próby.....	39
Załączniki.....	42
Dokumentacja towarzysząca.....	42

Wstęp

W urządzeniu do badania ścieralności płaska, okrągła próbka dociskana jest do kulistej przeciwpróbki z dokładnie znaną siłą. Przeciwpróbka montowana jest na stałe na sztywnym wale napędowym. Współczynnik tarcia jest określany podczas testu poprzez pomiar odkształcenia elastycznego ramienia przy pomocy odpowiednich tensometrów.

Współczynnik zużycia liniowego próbki oraz przeciwpróbki jest mierzony przy pomocy precyzyjnego czujnika położenia (wytarcia).

Taka prosta metoda pozwala badać tarcie oraz zużycie niemal każdej znanej kombinacji materiałów w stanie stałym w układzie ze smarowaniem lub bez.

Kontrola parametrów testu, takich jak prędkość, częstotliwość, nacisk, czas, temperatura, wilgotność pozwala symulować typowe warunki panujące w rzeczywistości dla danej pary trącej.

Ważną cechą trybotestera firmy Elbit jest możliwość zakończenia testu w momencie osiągnięcia założonego czasu, długości drogi lub głębokości wytarcia.

Trybotester może wykonywać ruch posuwisto – zwrotny mierząc współczynnik tarcia w obydwóch kierunkach przemieszczenia. Umożliwia to badanie zmian w czasie statycznego i kinetycznego współczynnika tarcia.

Jako dodatkowa opcja trybotestery mogą być wyposażone w obudowę pozwalającą stosować kontrolowanie atmosfery o zmiennej wilgotności i temperaturze. Szczególnym przypadkiem jest możliwość wykonywania badań w próżni.

Następną opcją jest przystawka do automatycznego badania przewodności elektrycznej trącej pary, która umożliwia badanie właściwości izolacyjnych powłok.

Oprogramowanie sterujące umożliwia:

- wyliczanie na bieżąco następujących wartości: siły, obciążenia, drogi, prędkości obrotowej, współczynnika tarcia, temperatury pary trącej, głębokości wytarcia, współczynnika tarcia, wartości szybkości zużycia obu elementów trących, oraz opcjonalnie temperatury i wilgotności w komorze, przewodności elektrycznej pomiędzy parą trącą,
- regulację (z poziomu załączonego komputera) parametrów testu takich jak prędkość obrotowa, częstotliwość, ilości obrotów, progu współczynnika tarcia, temperatury, czasu;
- łatwe archiwizowanie danych pomiarowych oraz eksport do pliku ASCII lub Excela.

Opis techniczny

Parametry podstawowe trybotestera:

Zakres prędkości obrotowej:	10 ÷ 3000 obr/min
Szybkość liniowa:	do 3988mm/s
Moment obrotowy:	60Ncm
Maksymalne obciążenie:	250N
Rozdzielczość pomiaru obciążenia:	0.13N
Dokładność pomiaru obciążenia:	0.2%
Zakres pomiaru siły tarcia:	60N
Rozdzielczość pomiaru siły tarcia:	50mN
Dokładność pomiaru siły tarcia:	0.2%
Zakres pomiaru głębokości bruzdy:	5mm
Dokładność pomiaru głębokości bruzdy:	10µm

Wymiary próbki badawczej:

- średnica:	25.4mm
- grubość:	10mm

Wymiary (długość X szer. X wys.):	60x35x50cm
Zewnętrzna temperatura pracy:	10÷40°C
Wilgotność:	do 50%

Instalacja elektryczna:

Napięcie robocze:	230 VAC
Zasilanie:	jednofazowe
Długość kabla zasilającego:	3m
Moc:	300W

Parametry opcjonalne trybotestera:

Zakres pomiaru rezystancji:	0 ÷ 1kΩ
Zakres pomiaru temperatury:	0÷100°C
Dokładność pomiaru temperatury:	0.3°C
Zakres pomiaru wilgotności względnej:	0÷100%

Dokładność pomiaru wilgotności:	2.0%
Maksymalna próżnia:	1mbar
Maksymalna temperatura dla komory mokrej:	150°C
Maksymalna temperatura dla komory wysokotemperaturowej:	900°C (1100°C opcja)

UWAGA

W urządzeniu występują wysokie napięcia, duże naprężenia mechaniczne (komora próżniowa) oraz wysokie temperatury (komora wysokotemperaturowa i wodna). 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 konstrukcji urządzenia.

Czujniki i przetworniki

Czujnik siły K1505-500N



Własności:

Uniwersalny tensometryczny czujnik siły przeznaczony do pomiaru sił ściskających i rozciągających w warunkach przemysłowych.

W szczególności, czujnik może być stosowany w pomiarach sił w maszynach wytrzymałościowych do prób statycznych. Czujnik działa na zasadzie pomiaru odkształcenia sprężystego elementu pomiarowego pod wpływem przyłożonej siły, przy pomocy mostka

tensometrycznego. Odkształcenie elementu powoduje zmianę rezystancji w układzie tensometrycznym, przekształcaną w układzie elektronicznym współpracującego wzmacniacza na sygnał wyjściowy, proporcjonalny do przyłożonej siły.

Klasa dokładności	0.2
Obciążenie znamionowe kN	0.5, 1, 2, 5, 10
Przebieżenie użytkowe	150% F.S.
Przebieżenie graniczne	250% F.S.
Stała charakterystyczna (mV/V $\pm$ 2%)	2
Tolerancja zera	2% F.S.
Tolerancja liniowości (%F.S.)	0.1
Histeresa (%F.S.)	0.1
Błąd pełzania (30 min)	0.05% F.S.
Współczynnik temperatury - punktu zerowego - stałej charakterystycznej	0.05% F.S./10°C 0.05% F.S./10°C
Rezystancja wejściowa	380Ω $\pm$ 10%
Rezystancja wyjściowa	350Ω $\pm$ 5%
Rezystancja izolacji	>5000 MΩ
Napięcie zasilania - znamionowe - maksymalne	10 V 15 V
Zakres temperatury - znamionowy - użytkowy	0 ...+50°C -10 ...+70°C
Stopień ochrony	IP 65
Materiał korpusu	Stal
Kabel przyłączeniowy	LiCY4 x 0,14, 2 m

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Czujnik siły KM202-100N



Własności:

Uniwersalny tensometryczny czujnik siły przeznaczony do pomiaru sił ściskających i rozciągających w warunkach przemysłowych.

Czujnik działa na zasadzie pomiaru odkształcenia sprężystego elementu pomiarowego pod wpływem przyłożonej siły, przy pomocy mostka tensometrycznego. Odkształcenie elementu powoduje zmianę rezystancji w układzie tensometrycznym.

Technische Daten			
Messbereich (0 bis ...)	[N]	3; 5; 10	30; 50; 100
Gebrauchslast	[% F.S.]	120	
Grenzlast	[% F.S.]	150	
Bruchlast	[% F.S.]	> 200	
Nennkennwert	[mV/V]	1	2
Nennkennwerttoleranz	[% F.S.]	10	
Nullsignaltoleranz	[% F.S.]	2	
Linearitätstoleranz	[% F.S.]	0,04	
Hysterese	[% F.S.]	0,04	
Kriechfehler (30 min)	[% F.S.]	0,06	
max. Kennlinienabweichung *	[% F.S.]	0,15	
Wiederholbarkeit	[% F.S.]	0,04	
Temp. koeff. Nullpunkt	[% F.S./10K]	0,025	
Temp. koeff. Kennwert	[% F.S./10K]	0,025	
Legende:	*) einschließlich Hysterese Alle Werte mit Fehlerangaben in % F.S. sind ≤ ±Werte Im Lieferumfang ist standardmäßig ein Messprotokoll enthalten		

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Wzmacniacz czujników tensometrycznych CZU06

Wzmacniacz CZU06 przeznaczony jest do współpracy z mostkowymi czujnikami tensometrycznymi (bez wbudowanej elektroniki). Pozwala on na przetwarzanie sygnałów z czujnika na sygnał napięciowy w przemysłowym standardzie 0-10V. Urządzenie posiada także interfejs RS485 pracujący w standardzie MODBUS.

Urządzenie posiada możliwość skalibrowania dla różnych czułości mostka (wartości 1mV/V, 1.5mV/V, 2mV/V).

Wbudowany interfejs RS485 z protokołem wymiany danych w standardzie MODBUS pozwala na połączenie na jednej magistrali do 32 urządzeń (adres wybierany za pomocą przełączników).

Moduł CZU06 ma wszechstronne zastosowanie zarówno w przemyśle jak i laboratoriach badawczych, wszędzie tam, gdzie istnieje konieczność zgrubnego lub precyzyjnego pomiaru siły (ciężaru). W zależności od zastosowanego czujnika istnieje możliwość pomiarów małych ciężarów w zakresie gramów jak i dużych obciążeń mierzonych w tonach.

Właściwości modułu:

Pomiar sygnału z czujnika tensometrycznego

Filtrowanie sygnału

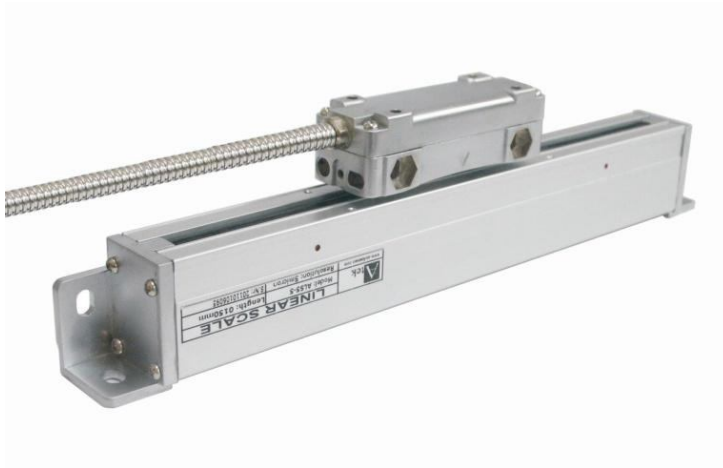
Kalibracja do rzeczywistej czułości mostka (od 0.5mV/V do 2.5mV/V)

Wyjście napięciowe 0-10V o rozdzielczości 1mV

Interfejs RS485 w standardzie MODBUS

Zasilanie urządzenia 14-25 V DC

Magnetyczny czujnik położenia MLS-110



Opis:

Optyczne liniały pomiarowe serii MLS są idealne do działania na różnorodnych maszynach obróbczych: obrabiarkach konwencjonalnych oraz sterowanych numerycznie maszynach NC i CNC.

Aluminiowa obudowa oraz elastyczne uszczelnienia ochroniają liniał, głowicę oraz prowadnicę przed wiórami i innymi zanieczyszczeniami typu pył, kurz, płyn chłodzący.

Głowica pomiarowa przemieszcza się beztarciowo wzdłuż liniału. Jest ona podłączona do zewnętrznego bloku montażowego przez łącznik kompensujący nieuniknione nierówności pomiędzy liniałem a suportem obrabiarki.

Liniały pomiarowe firmy Atek dostępne są w obudowach pokrywających zakres pomiarowy do 12 000 mm.

Podstawowe cechy:

- układ przyrostowy z wyjściem A, B, Z;
- wyjście typu Line Driver: 5V TTL / RS422;
- dwa sygnały prostokątne TTL przesunięte o kąt 90°;
- wysoka rozdzielczość: 0.001 mm i 0.005 mm;
- dokładność: $\pm 10 \mu\text{m/m}$;
- długość pomiarowa od 50 do 12000 mm;
- maksymalna prędkość przesuwu 60 m/min;
- punkty referencyjne co 50 mm;
- pojedyncze lub podwójne uszczelnienie;
- wysoka odporność na wstrząsy i drgania;
- łatwy montaż;
- kompaktowa aluminiowa obudowa.

Typowe aplikacje:

- aplikacje wymagające pomiaru długości z dużą dokładnością i rozdzielczością, stosowane w tzw. ciężkim środowisku: centra obróbcze, tokarki, frezarki, wiertarki, drążarki, szlifierki, spawarki, zgrzewarki, obrabiarki elektroiskrowe - EDM) itp.

Dane techniczne:

Rozdzielczość:	1 μ m, 5 μ m
Wyjście:	TTL, RS422 Line Driver
Sygnały wyjściowe:	A, /A, B, /B, Z, /Z
Zasilanie:	5V DC
Punkt referencyjny:	1 znacznik referencyjny co 50 mm
Prędk. przesuwu max.:	60 m/min
Powtarzalność:	± 1 inkrement
Temperatura pracy:	0 ÷ +50 °C
Temperatura składowania:	-40 ÷ +50 °C
Stopień ochrony:	IP54
Obudowa:	Aluminium
Długość kabli:	kabel w peszlu:
- liniał dł.: 50-500 mm	3mb
- liniał dł.: 600-2000 mm	5mb
- liniał dł.: 2200-6000 mm	7 mb

Karta katalogowa w załączeniu.

Czujnik temperatury, wilgotności i punktu rosy CZU2HT**Własności:**

Czujnik temperatury i wilgotności (termo-higrometr) CZU2HT jest przeznaczony do pomiaru temperatury i wilgotności względnej powietrza w pomieszczeniach, a przy odpowiednim zabezpieczeniu czujnika pomiarowego również na zewnątrz budynków. Może pracować w pomieszczeniach o znacznym zapyleniu dzięki zastosowaniu hermetycznej obudowy oraz odpowiedniego filtra chroniącego czujnik pomiarowy.

Po odczytaniu danych pomiarowych (temperatura i wilgotność względna) i uwzględnieniu odpowiednich poprawek czujnik wylicza punkt rosy.

Czujniki są fabrycznie dostosowane do pomiaru w określonym zakresie i nie wymagają regulacji. Czujnik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10V do 30V. Czujniki posiadają wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciw przepięciowych chroniących czujnik od

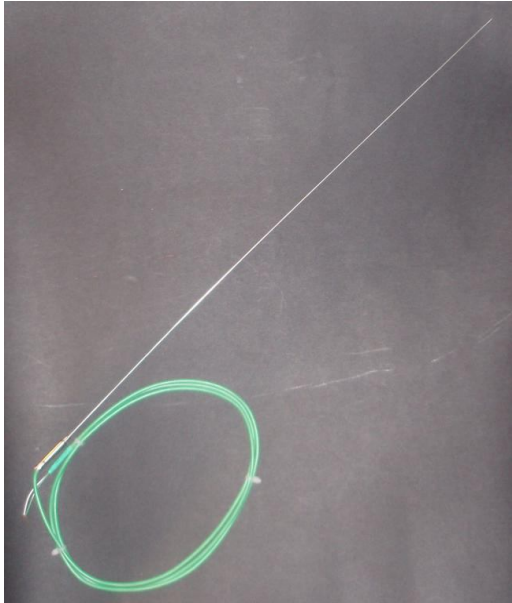
przepięć powstałych na magistrali RS485/RS422.

Dane techniczne:

Zakres pomiaru temperatury:	-40÷123.8°C
Zakres pomiaru wilgotności względnej:	0÷100%RH
Dokładność pomiaru temperatury:	0.3°C
Dokładność pomiaru wilgotności:	2.0%RH
Zasilanie:	10÷30VDC
Pobór prądu:	60mA
Sygnał wyjściowy:	MODBUS oraz 2 wyjścia analogowe 0-10V lub 4-20mA
Interfejs cyfrowy :	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg:	1200m.
Stopień ochrony obudowy:	IP65
Temperatura pracy układu elektronicznego:	-40÷80°C

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Termopara płaszczeniowa typu K NiCr-NiAl



Własności:

Jest to termopara typu K, czyli nikiel chrom - nikiel aluminium inaczej NiCr - NiAl.

Maksymalny zakres pomiarowy to 1100°C-krótkotrwale 1200°C. Ten rodzaj termopar - typu K - ze względu na swą konstrukcję - niewielką średnicę i minimalną pojemność cieplną, jest przeznaczony do pomiarów tam gdzie jest wymagane precyzyjne mierzenie szybko zmieniających się temperatur.

Termopara jest w osłonie płaszczeniowej wykonanej z Inconelu. Jest to stop o wysokiej zawartości chromu i niklu pozwalający na pracę termopary aż do 1200°C. Wewnątrz osłony są umieszczone elementy pomiarowe zabezpieczone tlenkiem magnezu. Taka konstrukcja termopary

pozwała na kształtowanie i wyginanie jej bez niebezpieczeństwa uszkodzenia i powstania zwarcia.

W termoparze tej spoina pomiarowa jest odizolowana od osłony. Jest ona bardzo czuła na zmiany temperatury i ma minimalny czas reakcji. Nie zaleca się stosowania tej termopary w środowisku agresywnym oraz do prowadzenia długotrwałych pomiarów w górnym zakresie stosowania.

Termopara jest połączona z przewodem kompensacyjnym o długości jednego metra.

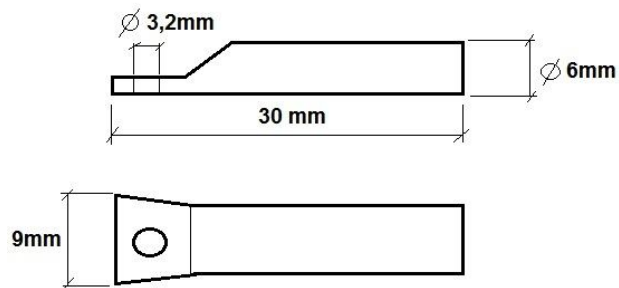
Czujnik temperatury pt100 do powierzchni oczkowej



Charakterystyka:

- zakres temperatury: -50-180°C;
- typ: pt100 klasa B (w opcji również klasa A);
- montaż: przez przykręcenie śruby M3 do nagwintowanego otworu;
- przewód silikonowy o długości 2 m;
- przewód odporny na działanie temperatury do 180°C;
- materiał: miedź.

Szkic czujnika



Zastosowanie do pomiaru temperatury w:

- powierzchniach płaskich;
- radiatorach;
- ściankach pieców.

Przetwornik pomiarowy PS-11



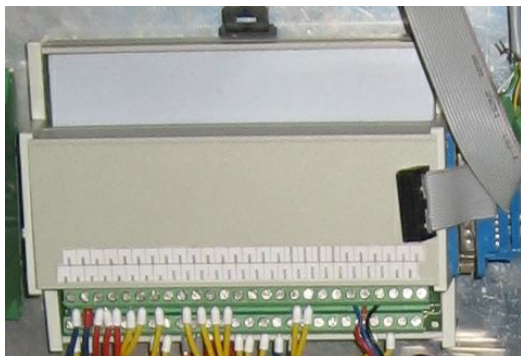
Własności:

Przetwornik pomiarowy PS-11 pozwala przetworzyć wielkość sygnału temperaturowego z czujnika na proporcjonalną wielkość sygnału analogowego, np. 0-20 mA, 4-20 mA, 0-10 V itp. Czujniki Pt100 i Pt1000 są linearyzowane z wejściem 3-przewodowym, a sygnał z termopar jest przetwarzany proporcjonalnie. Przetwornik jest przystosowany do mocowania na szynie TS-35 (TH35).

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Urządzenia wykonawcze

Sterownik CPU06



Opis techniczny:

Sterownik CPU06 jest to opracowany w firmie Elbit dedykowany sterownik przemysłowy przeznaczony do sterowania prostymi procesami przemysłowymi. W szczególności zaprojektowane rozwiązania hardwerowe predestynują go do zastosowań w maszynach wytrzymałościowych i urządzeniach trybologicznych.

Sterownik posiada osiem wejść dwustanowych 0÷24V, szesnaście wyjść dwustanowych 0÷24V, dwanaście 12-bitowych wyjść analogowych i cztery 12-bitowe wejścia analogowe.

Ponadto posiada zainstalowane urządzenia do podłączenia kodera inkrementacyjnego lub liniału optycznego, urządzenia do komunikacji szeregowej (RS232 lub RS485), pamięć RAM i ROM oraz interfejsy klawiatury numerycznej i wyświetlacza graficznego lub LCD.

Sterownik przystosowany jest do zasilania z zewnętrznego źródła napięcia stałego, którego wartość powinna zawierać się w granicach od 10V do 30V.

Sterownik posiada wbudowane zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania oraz wbudowany zestaw elementów przeciwprzepięciowych chroniących wszystkie wejścia i wyjścia od przepięć powstałych na liniach zewnętrznych.

W sterowniku zainstalowany jest program realizujący funkcję trybotestera.

Dane techniczne:

Zasilanie:	10÷30Vdc
Pobór prądu:	0.3A
Sygnał wyjściowy	transmisja szeregową
Interfejs:	RS232 lub RS485
Protokół:	MODBUS RTU lub ASCII
Adres urządzenia:	ustawiany 1÷255
Prędkość transmisji:	2400, 4800, 9600, 19200, 28800, 57600 kbit/s
Maksymalny zasięg (RS485):	1200m.
Maksymalny zasięg (RS232):	12m.
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 nad prądowe	każdego wyjścia oddzielnie.
Parametry wejść analogowych:	

przetwornik 12-bitowy;

częstotliwość kwantyzacji: 1kHz

Każde wejście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V;
- 0÷10V;
- 0÷20mA;

Parametry wyjść analogowych:

przetwornik 12-bitowy;

maksymalna częstotliwość

sygnału wyjściowego: >100Hz

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

- 0÷5V;
- 0÷10V;

Silnik BG75x50PI 40V**Opis techniczny:**

Elektronicznie komutowane silniki z serii BG są silnikami z magnesami neodymowymi o mocy od 3 do 300W. Łączą zalety silników DC i AC. Odznaczają się długą żywotnością, bezobsługową pracą i dużą dynamiką regulacji. Wykonywane są na napięcia pracy od 24 do 325V, prędkości obrotowe od 500 do 10000obr/min, osiągając moment znamionowy od 2 do 100Ncm. Możliwe są wykonania z przekładniami planetarnymi

i ślimakowymi, a także z wmontowaną elektroniką. Najpopularniejsze są dwie wielkości silników BG44 i BG65.

Znamionowe napięcie zasilania [VDC]	40
Znamionowa prędkość [obr./min.]	3900
Znamionowy moment [Ncm]	98
Znamionowy prąd [A]	11.2
Moc silnika [W]	300
Bezwładność rotora [gcm ²]	440
Masa silnika [g]	2500

W załącznikach zamieszczono kartę katalogową ww. silnika.

Pompa perystaltyczna dozująca



Opis techniczny:

Mikro pompa dozująca - perystaltyczna, zasilana prądem stałym o napięciu 12V DC wyposażona w najwyższej jakości wężyk santoprenowy.

Wydajność pompy: 38 ml/min

Ilość rolek tłoczących w głowicy: 3

Ilość obrotów przekładni: 35 obr/min

Ciśnienie pracy: 1 bar

Moc silnika: 1W

Zewnętrzna średnica wężyka santoprenowego: 8,2 mm

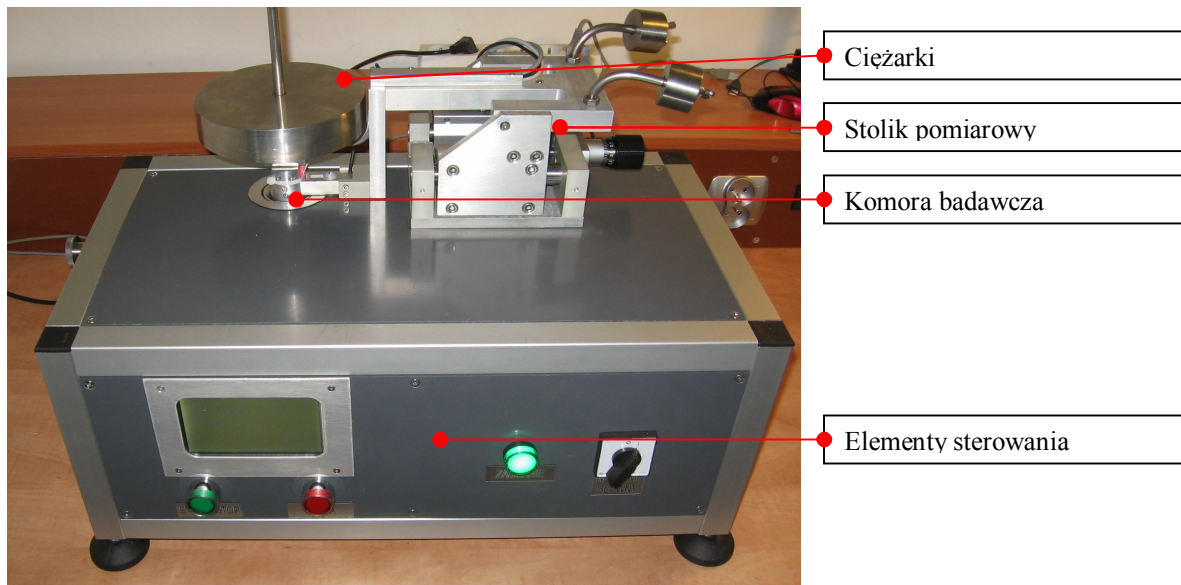
Wewnętrzna średnica wężyka santoprenowego: 5 mm

Pompy dozujące serii 200 to niezawodne i dokładne urządzenia przeznaczone do dozowania szerokiej gamy płynów. Podobnie jak wszystkie pompy perystaltyczne mają doskonałe właściwości zasysania (do 5m) i podnoszenia nawet do 10m. Pompy te cechuje bardzo duża dokładność i powtarzalność dawek, są odporne na korozję i łatwe do czyszczenia.

Budowa i działanie urządzenia

Trybotester do badania ścieralności został zaprojektowany jako wolnostojące urządzenie w obudowie nastołowej z dołączanym komputerem typu laptop.

Rozmieszczenie poszczególnych części przedstawia poniższy rysunek:



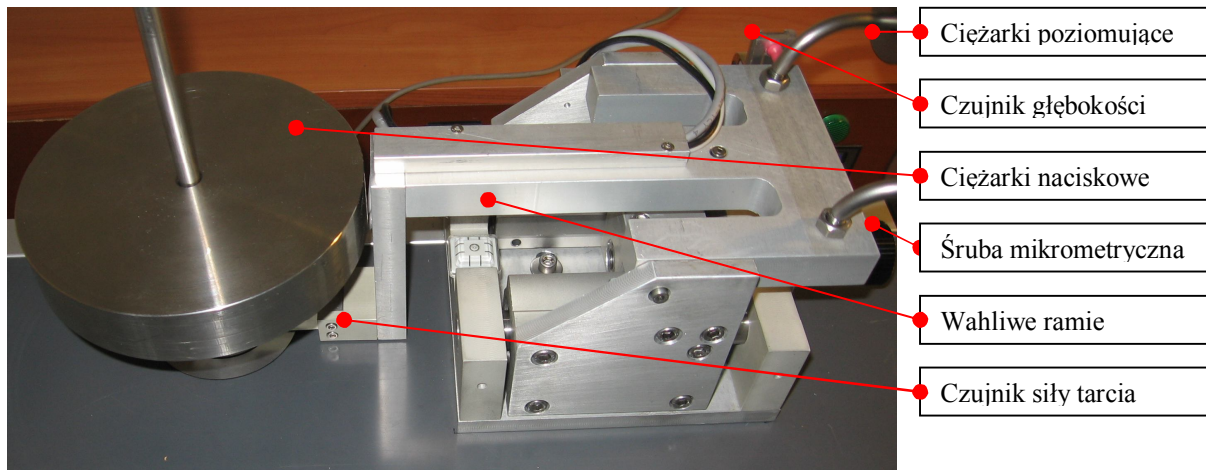
Przednia ściana urządzenia została przeznaczona na elementy sterowania procesem badawczym. Są to przyciski sterujące oraz graficzny wyświetlacz do prezentacji danych pomiarowych.

W górnej części zamontowano część badawczą trybotestera. Tu znajduje się komora mokra z mocowaniem badanych próbek oraz większość czujników pomiarowych. Dla opcji próżniowej całość stolika otoczona jest zdejmowaną komorą próżniową.

W lewej dolnej części urządzenia zamontowano wszystkie elementy pomocnicze, m.in. zespół napędowy, pompę wraz z ewentualną instalacją próżniową.

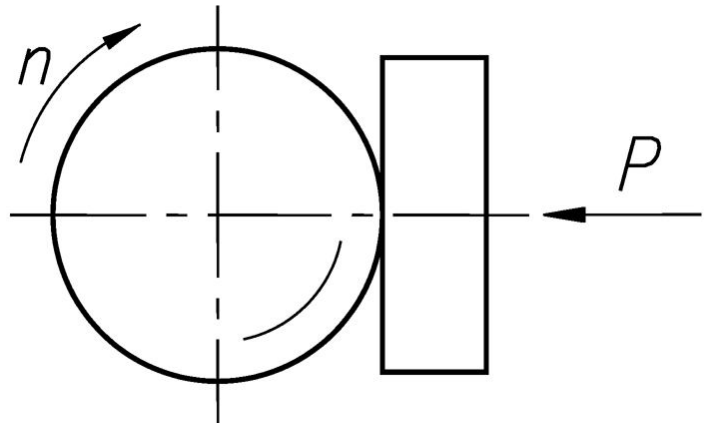
Wewnątrz obudowy (blisko przedniej ścianki) znajduje się część elektryczna w której umieszczono wszystkie elementy sterujące oraz zasilające urządzenie.

Wygląd stolika badawczego przedstawiono na poniższym rysunku.



Urządzenie jest przeznaczone do badania w zawiesznie ścierniej odporności na zużycie ściernie powłok i materiałów konstrukcyjnych.

Zużycie liniowe mierzone w czasie biegu w sposób ciągły za pomocą przetwornika przemieszczeń. Węzeł tarcia składa się z nieruchomej płytki wykonanej z badanego materiału oraz ze stalowej kulki obracającej się z zadaną prędkością. Płytkę dociskana jest do kuli zadaną siłą. Zawieszina ścierna jest podawana do strefy kontaktu ściernego. Sztywne zamocowanie kulki we wrzecionie umożliwią precyzyjny pomiar jej prędkości obrotowej, a co za tym idzie – także drogi tarcia mierzonej liczbą obrotów kulki.



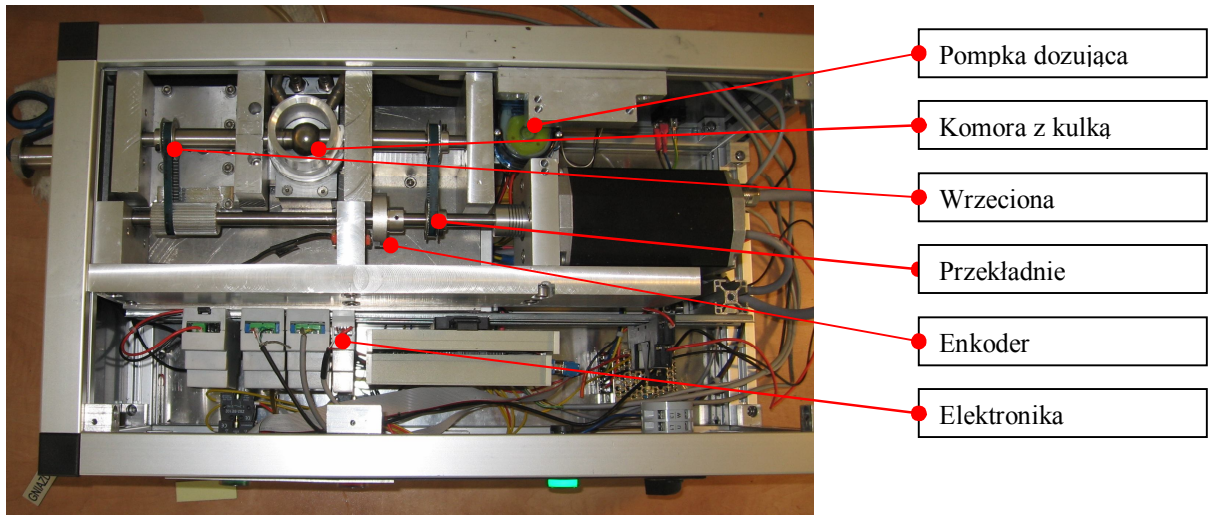
Schemat pary ślizgowej przedstawiono na rysunku obok.

Stanowisko jest napędzane jednym silnikiem elektrycznym prądu stałego połączonym z dwoma wrzecionami za pomocą przekładni pasowej.

Prędkość obrotowa silnika jest regulowana w podwójnej pętli sprzężenia zwrotnego, co w rezultacie powoduje, że prędkość przeciwpróbki jest stabilna w całym okresie badania (mimo, że siła tarcia ulega znacznym zmianom). Widok otwartej komory z napędami przedstawiono na rysunku obok.

Przejście wrzecion do komory badawczej jest odpowiednio uszczelnione tak, by możliwe było bezpieczne podanie zawiesiny ciernej do badanego styku.

Wrzeciona są odpowiednio łożyskowane (łożyska wałeczkowe i kulkowe). Wrzeciona zakończone są wgłębieniami do mocowania kulki.



Na powyższym rysunku przedstawiono widok z góry trybotestera po zdjęciu pokrywy górnej.

Prędkość obrotowa wrzecion i kulki mierzona jest za pomocą enkodera.

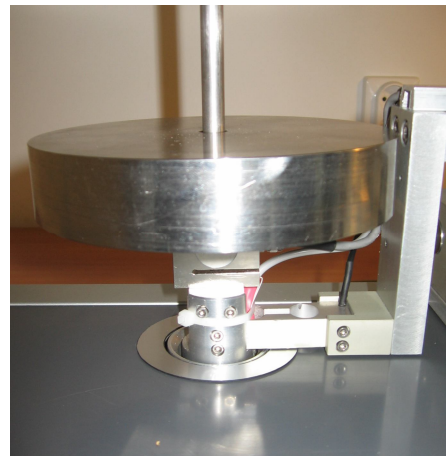
Jeżeli prędkość obrotowa kulki wynosi n [obr/min] to prędkość liniowa (ślizgania) v [m/s] określa zależność:

$$v = \pi \cdot d \cdot n / 60 \text{ [m/s]}$$

gdzie d – średnica kulki w metrach.

Próbka jest osadzona w specjalnym zacisku znajdującym się na końcu ramienia pomiarowego. Zcisk ten pokazano na zdjęciu obok.

Mocowanie próbki odbywa się poprzez dokręcenie jej za pomocą dwóch wkrętów znajdujących się po bokach uchwytu.



Wymiary próbki są dokładnie określone i wynoszą:

- średnica 25.4mm;
- grubość 10mm.

Układ łożysk umożliwia obrót ramienia w płaszczyźnie pionowej.

Ciężar próbki z oprawką oraz ciężar własny ramienia są równoważone przy pomocy specjalnych nakrętek (ciężarków poziomujących) stanowiących przeciwwagę. Obciążenie próbki siłą nacisku FN dokonuje się przy pomocy zestawu obciążników mocowanych w uchwycie na ramieniu bezpośrednio nad próbką. Wartość siły FN określa się na podstawie wymaganego nacisku jednostkowego oraz powierzchni styku próbki z przeciwelementem. Reguluje się ją poprzez zmianę ilości odważników stanowiących obciążenie.



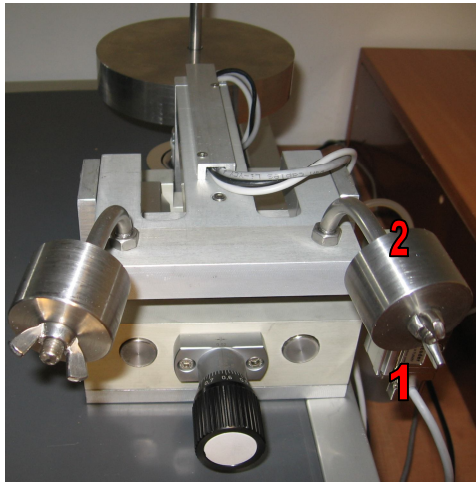
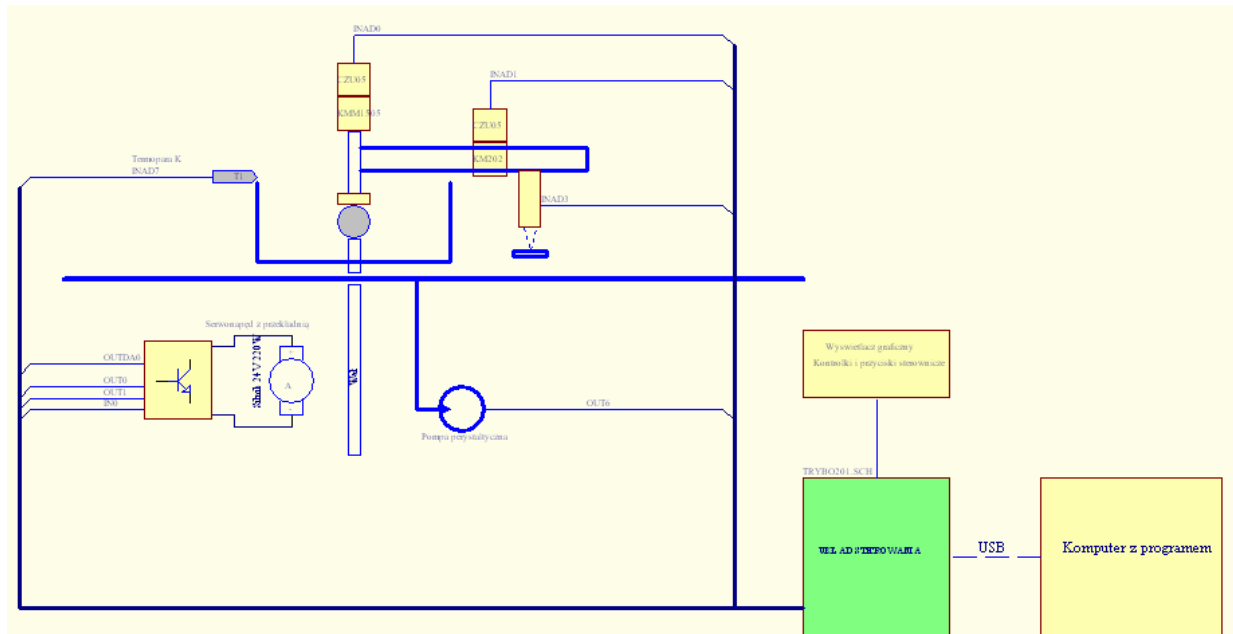
Do stanowiska dołączono następujący zestaw odważników:

- 50N 4 szt.
- 20N 1szt.
- 10N 2szt.
- 5N 1szt.

Zestaw ten umożliwia zadanie każdej siły z przedziału 5N ÷ 245N ze skokiem 5N. Siła obciążenia jest automatycznie mierzona poprzez tensometryczny przetwornik pomiarowy i wyświetlana na ekranie komputera.

Siła tarcia F_t , która powstaje podczas współpracy pary ślizgowej, oddziałuje poprzez próbkę na ramię. Powoduje to pojawienie się momentu, który próbuje obrócić ramię wokół jego osi pionowej. Siła ta jest automatycznie mierzona przez czujnik zamontowany w ramieniu. Komputer sterujący na podstawie aktualnych pomiarów wylicza podstawowe parametry trybologiczne jak np. współczynnik tarcia czy szybkość zużycia.

Na poniższym schemacie blokowym przedstawiono podstawowe bloki i czujniki pomiarowe w stanowisku (wersja pełnia ze wszystkimi opcjami).



Poza omówionymi już układami napędowymi i czujnikami siły w stoliku pomiarowym zamontowano również dokładny czujnik położenia tyłu głowica magnetyczna (1) – jest to tzw. czujnik głębokości bruzdy. Jest on za pomocą systemu cięgieł (2) zasprężony z ramieniem pomiarowym.

Wartość sygnału odczytanego z tego czujnika jest automatycznie przeliczana w sterowniku zgodnie z zależnością:

$$L2 = \frac{R2}{R1} \cdot L1$$

gdzie:

L2 – głębokość bruzdy;

L1 – odległość zmierzona przez czujnik;

R2 – odległość próbki od osi obrotu ramienia:

R1 – odległość środka czujnika od osi obrotu ramienia.

Wartość głębokości bruzdy jest wykorzystywana do obliczeń szybkości zużycia próbki.

W urządzeniu przewidziano też jako opcję miernik rezystancji styku pary trącej.

Podstawą miernika jest precyzyjne źródło prądowe o wartości prądu 10mA. Płynący przez parę trącą prąd wytwarza napięcie proporcjonalne do rezystancji styku, które jest mierzone przetwornikiem analogowo-cyfrowym.

Wartość oporności jest automatycznie przeliczana w sterowniku zgodnie z prawem Ohma. Do pomiarów rezystancji pary trącej przewidziano specjalną wkładkę izolującą próbkę.

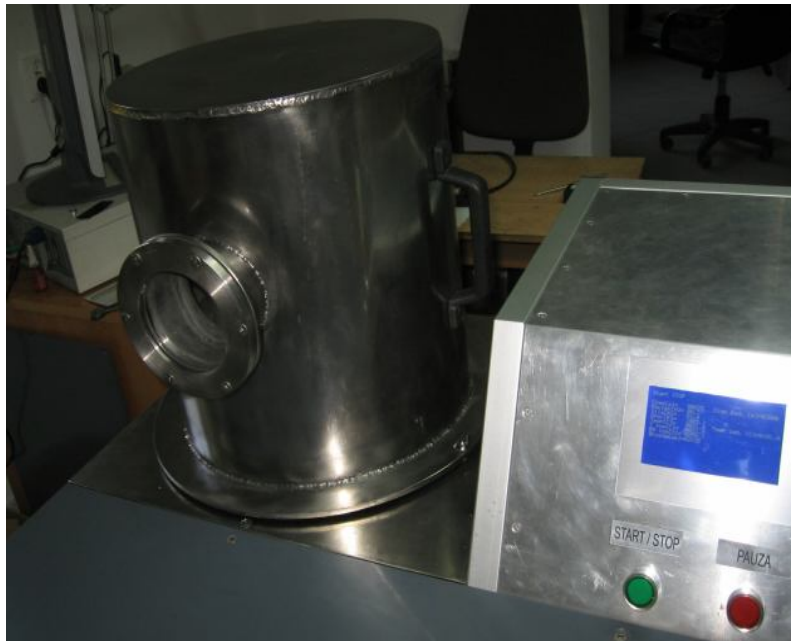
Dodatkową opcją w trybotesterze firmy Elbit jest pomiar warunków środowiskowych badania.

Przy badaniach bez założonej komory zewnętrznej wskazuje on po prostu temperaturę i wilgotność otoczenia. Po założeniu komory istnieje możliwość kontrolowania i kształtowania warunków środowiskowych przy jakich następuje badanie.

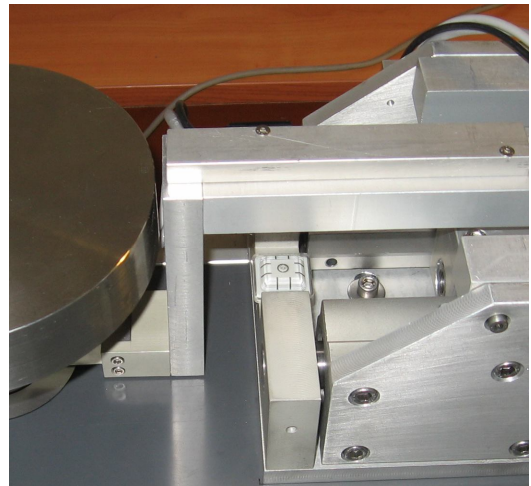
Opcjonalnie dołączana do stanowiska komora próżniowa umożliwia prowadzenie prób trybologicznych w próżni lub w kontrolowanej atmosferze ochronnej oraz w komorze tej możliwe jest kontrolowanie warunków środowiskowych (temperatura i wilgotność).

Komora wyposażona jest w szczelny wziernik (okienko inspekcyjne) oraz dwa uchwyty do podnoszenia. W całości wykonana jest ze stali nierdzewnej.

Zamontowana od dołu uszczelka silikonowa wymaga przesmarowania smarem próżniowym przed każdą próbą.



Kończąc rozdział o budowie urządzenia należy wspomnieć o zamontowanej na stoliku pomiarowym poziomicy. Dokładne wypoziomowanie stanowiska jest niezbędne do poprawnych pomiarów siły nacisku próbki F_n . Poziomowanie odbywa się przez regulację nóżek nośnych.

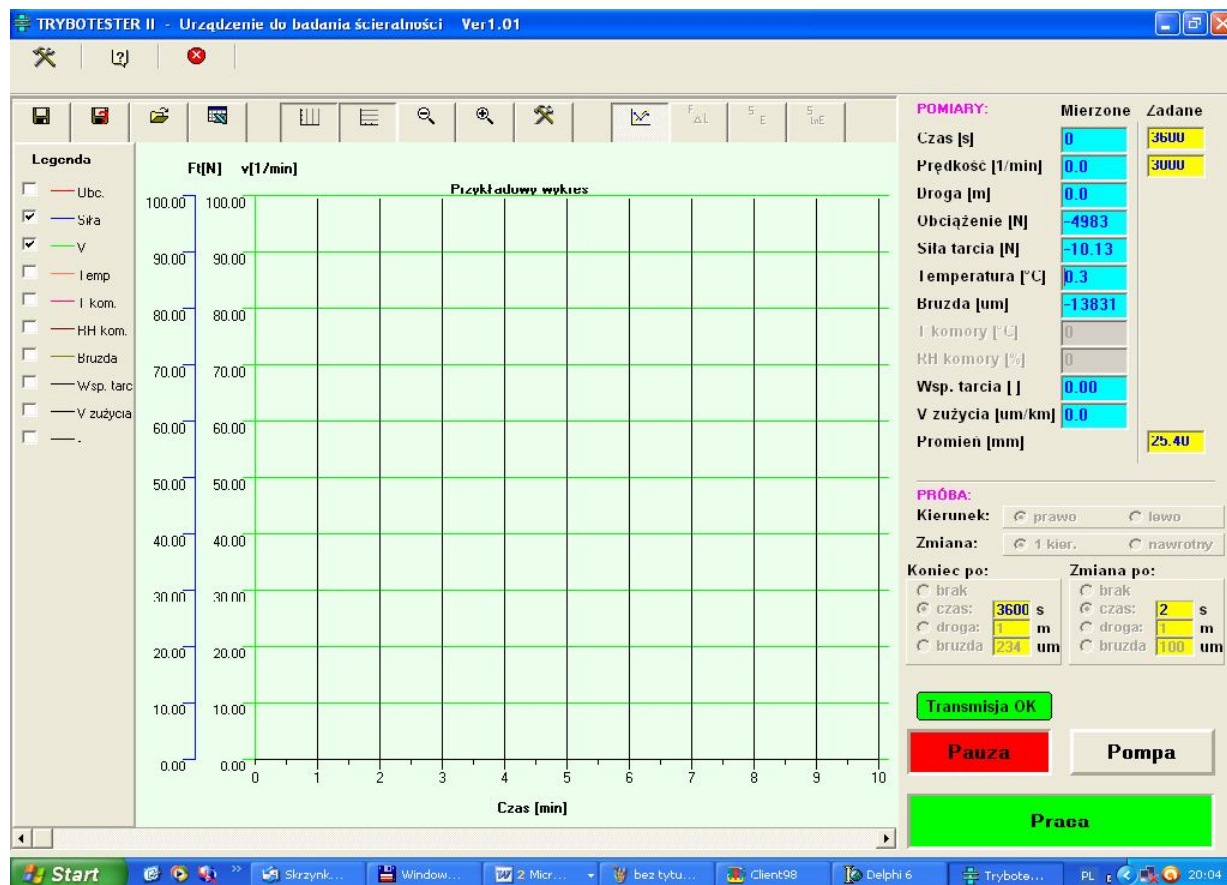


Opis programu TRYBOTESTER II

Okno główne

Po włączeniu urządzenia i podłączonego doń komputera należy uruchomić program TRYBOTESTER2.EXE.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:



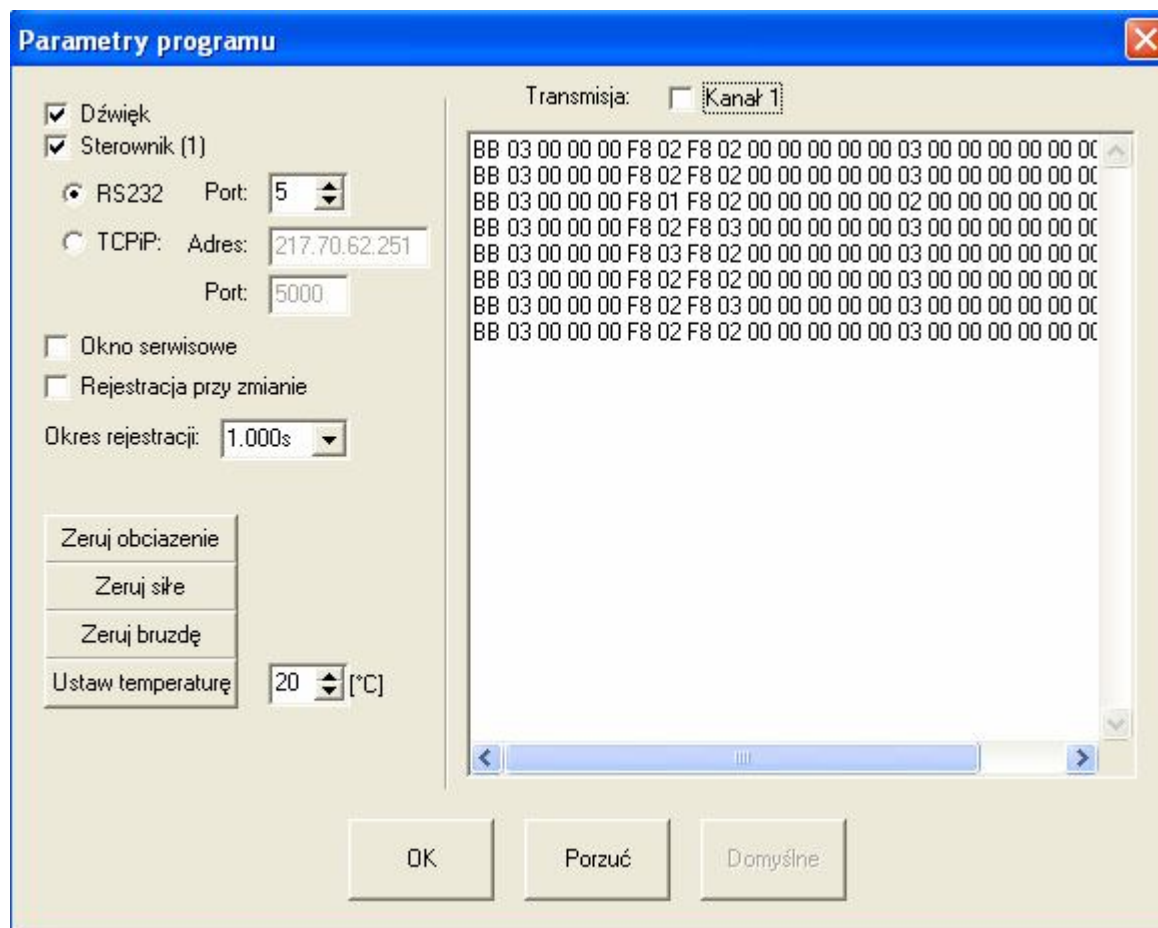
Na lewej i centralnej części monitora przedstawiony jest panel wykresów, a na prawej panel pomiarów i parametrów próby.

W górnym pasku ikon dostępne są szczegółowe ustawienia programu i niektóre komendy. Omówiono je w kolejności ustawienia w programie.

Parametry programu

W oknie tym zgrupowano większość ważniejszych parametrów procesowych i ustawień urządzenia.

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



W parametrach ogólnych zgrupowano funkcje przełączające:

Dźwięk – włącza lub wyłącza sygnał dźwiękowy przy naciskaniu przycisków w oknie głównym.

Sterownik – uaktywnia kanał komunikacji ze sterownikiem trybotestera. Po każdej zmianie należy restartować program. Możliwe jest ustanowienie połączenia za pomocą łącza szeregowego RS232 lub połączenia ethernetowego.

Port – definiuje numer portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem trybotestera. Po każdej zmianie należy restartować program.

Okno serwisowe – włącza w programie głównym panel na którym wyświetlane są szczegółowe stany urządzenia i umożliwia sterowanie funkcjami trybotestera przeznaczone dla obsługi serwisowej.

Rejestracja przy zmianie – włączenie tego przełącznika spowoduje, że rejestrowane będą tylko wartości dla których wystąpiła zmiana. Zmniejsza to wielkość pliku z zarejestrowanymi danymi. Funkcja ta automatycznie ustawia interwał rejestracji na wartość 0.0625s.

Okres rejestracji – parametr ten określa interwał czasowy rejestracji danych.

W oknie parametrów można wywołać poszczególne funkcje związane z zerowaniem czujników:

Zeruj obciążenie – tarowanie przetwornika mierzącego obciążenie przyłożone do próbki.

Zeruj siłę – tarowanie przetwornika mierzącego siłę tarcia.

Zeruj bruzdę – przyjęcie aktualnego odczytu z czujnika przemieszczeń jako punktu odniesienia do pozostałych pomiarów.

Ustaw temperaturę – kalibracja czujnika temperatury próbki.

W polu „transmisja” można włączyć podgląd danych z poszczególnych kanałów.

O programie

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

Panel pomiarów i parametrów

Z prawej strony ekranu umiejscowiono część związaną z wartościami mierzonymi i wyliczonymi przez urządzenie.

W programie przyjęto konwencję taką, że na niebieskim tle wyświetlane są wartości mierzone, zaś na żółtym zadawane. Przykładowo prędkość zadaną wprowadza się w polu żółtym, zaś po włączeniu urządzenia można obserwować aktualną prędkość wyświetlaną w polu niebieskim.

POMIARY:		Mierzone	Zadane
Czas [s]	0	3600	
Prędkość [1/min]	0.0	3000	
Droga [m]	0.0		
Obciążenie [N]	-4984		
Siła tarcia [N]	-10.13		
Temperatura [°C]	0.3		
Bruzda [um]	-13837		
T komory [°C]	0		
RH komory [%]	0		
Wsp. tarcia []	0.00		
V zużycia [um/km]	0.0		
Promień [mm]		25.40	

Czas [s] – większość procesów trybologicznych to procesy długofalowe. Próba może trwać nawet kilka godzin. Po włączeniu próby startuje licznik czasu widoczny w tej części programu. Pauza wstrzymuje odliczanie czasu.

Prędkość [1/min] – prędkość obrotowa wyliczana jest na podstawie pomiarów z enkodera. Urządzenie nie rozróżnia znaku prędkości, tj. ruch w prawo i ruch w lewo mają dodatnią wartość prędkości.

Droga [m] – zespół napędowy wyposażony jest w silnik z zamontowanym enkoderem inkrementacyjnym. Na podstawie zliczanych impulsów i po uwzględnieniu włączonych aktualnie przekładni oraz wprowadzonego promienia testu obliczana jest droga na jakiej nastąpiła próba.

Obciążenie [N] – w trakcie testu mierzona jest wartość obciążenia działającego na próbkę. Poprawność pomiaru determinowana jest właściwym wypoziomowaniem urządzenia oraz wstępnym wytarowaniem czujnika.

Sila tarcia [N] – w trakcie testu mierzona jest za pomocą czujnika zamontowanego na ramieniu wartość siły tarcia jaką wykazują badane elementy. Poprawność pomiaru determinowana jest wstępnym wytarowaniem czujnika.

Opór [R] – jest to pole przeznaczone do wyświetlania danych z opcjonalnej przystawki mierzącej oporność pary trącej.

Temperatura [°C] – mierzona jest przez termoparę typu K z dokładnością do 1°C lub czujnik PT100 z dokładnością do 0.2°C. Czujnik pomiarowy umieszczony jest na stałe w okolicy próbki.

Bruzda [um] – opcjonalnie stolik pomiarowy przystosowany jest do pomiarów głębokości bruzdy wytartej przez badane elementy.

T komory [°C] – w trybotesterze z opcją pomiarów środowiskowych mierzona jest temperatura wewnątrz komory zewnętrznej, a jeśli komora nie jest zakładana temperatura otoczenia.

RH komory [%] – w trybotesterze z opcją pomiarów środowiskowych mierzona jest wartość wilgotności wewnątrz komory zewnętrznej, a jeśli komora nie jest zakładana wartość wilgotności otoczenia.

Wsp. tarcia [] – na bieżąco wyliczany jest współczynnik tarcia ślizgowego, jako iloraz wartości siły tarcia F_t i siły obciążenia F_n .

V zużycia [um/km] – na bieżąco wyliczany jest też współczynnik zużycia jako iloraz głębokości wytartej bruzdy i drogi.

Programowanie próby

Z prawej strony ekranu umieszczono pola służące do programowania parametrów próby. Trybotester ma możliwość wykonywania ruchów prostych i nawrotnych w dowolnym kierunku. Możliwe jest też zaprogramowanie zakończenia próby.

Kierunek

Parametr ten określa w którym kierunku wystartują napędy po włączeniu próby.

Zmiana

Cała próba może mieć charakter jednokierunkowy lub nawrotny.

Dla ruchu jednokierunkowego napędy obracają kulkę będącą przeciwpróbką w jedną stronę, dla ruchu nawrotnego kierunek ruchu przeciwpróbki jest zmienny.



The screenshot shows the 'PRÓBA:' (Test) configuration screen. It includes two columns of settings: 'Kierunek:' (Direction) with 'prawo' (right) selected, and 'Zmiana:' (Change) with '1-kier.' (1-direction) selected. Below these are two sections: 'Koniec po:' (End after) and 'Zmiana po:' (Change after). Each section has four options: 'brak' (none), 'czas' (time), 'droga' (distance), and 'bruzda' (groove). For 'Koniec po:', 'czas' is set to 3600 s, 'droga' to 1 m, and 'bruzda' to 234 um. For 'Zmiana po:', 'czas' is set to 2 s, 'droga' to 1 m, and 'bruzda' to 100 um. At the bottom, there are three large buttons: 'Transmisja OK' (green), 'Pauza' (red), and 'Praca' (green).

Koniec po

W tym panelu istnieje możliwość zdefiniowania warunków zakończenia próby. Dostępne wartości:

- brak – wyłączony warunek zakończenia próby;
- czas – wyłączenie napędów i zakończenie próby nastąpi po określonym czasie;
- droga - wyłączenie napędów i zakończenie próby nastąpi po osiągnięciu zadanej drogi;
- bruzda - wyłączenie napędów i zakończenie próby nastąpi po osiągnięciu zadanej głębokości bruzdy.

Zmiana po

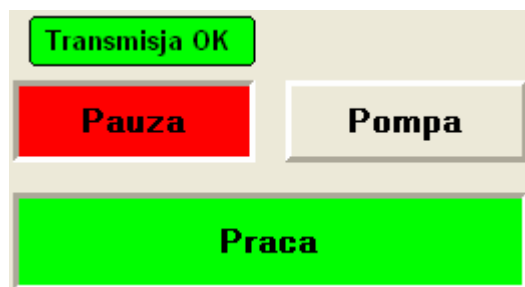
W tym panelu istnieje możliwość zdefiniowania warunków zmiany kierunku obrotów podczas trwania próby. Dostępne wartości:

- brak – wyłączony warunek zmiany kierunku;
- czas – zmiana kierunku nastąpi po zdefiniowanym czasie od włączenia próby lub od poprzedniej zmiany kierunku;
- droga - zmiana kierunku nastąpi po osiągnięciu zadanej drogi od włączenia próby lub od poprzedniej zmiany kierunku;

- bruzda - zmiana kierunku nastąpi po osiągnięciu zadanej głębokości bruzdy od włączenia próby lub od poprzedniej zmiany kierunku.

Sterowanie

W prawej dolnej części okna programu zgrupowano przyciski służące do sterowania procesem. Są to przyciski: Pauza, Praca i Pompa.



Praca

Włącza próbę. Włączenie przycisku powoduje jednocześnie wyzerowanie danych pomiarowych z poprzedniej próby oraz włączenie rejestracji co jest widoczne na wykresach.

Stan procesu widoczny jest również na odpowiednim przycisku na obudowie maszyny. Powtórne naciśnięcie przycisku wyłącza próbę kończąc jednocześnie rejestrację.

Pauza

Wstrzymuje aktualny proces bez resetowania danych z rejestracji. Przycisk ten umożliwia czasowe wstrzymanie próby, zmianę parametrów i ponowne włączenie.

Pompa

Przycisk ten włącza zamontowaną wewnątrz urządzenia pompę perystaltyczną doprowadzającą zawiesinę cierną do badanego styku.

Przycisk jest niezależny od przycisku Start i Pauza, tzn. można włączać pompkę przed włączeniem próby trybologicznej.

W tym panelu umieszczono jeszcze kontrolkę komunikacji ze sterownikiem urządzenia. Świecenie kontrolki na zielono sygnalizuje poprawność komunikacji.

Wykresy

W maszynie przewidziano różne typy wykresów:

- wykres czasowy;

Można dowolnie przełączać rodzaje wykresów w trakcie pracy maszyny. Służą do tego trzy przyciski w pasku narzędziowym nad wykresem. Nad wykresem są też dwa przyciski, których działanie jest identyczne w każdym typie wykresu, są to: „zapis” i „odczyt danych”.

W dowolnym momencie można włączyć zapis danych na dysku komputera. Dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneymmddhhnn.txt”, gdzie:

yy: rok rejestracji;

mm: miesiąc rejestracji;

dd: dzień rejestracji;

hh: godzina rejestracji;

nn: minuta rejestracji;

Przykładowo dane zapisane w dniu 13.11.2009 o godzinie 10.30 będą w pliku o nazwie: „Dane0911131030.txt”.

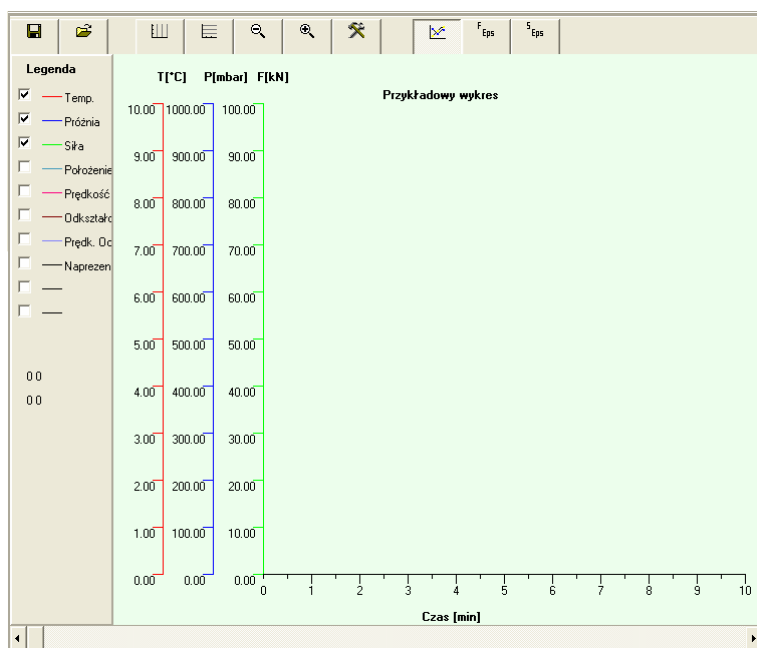
Program umożliwia też odczyt zarejestrowanych uprzednio danych i wyświetlenie ich w postaci wykresu.

Kolejne dwie ikony („Siatka X” i „Siatka Y”) powodują włączanie i wyłączanie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.

Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe.

Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres. Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.

Wykres czasowy



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych parametrów.

Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych parametrów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku Komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś.

Ikony „zmniejsz” i „zwiększ” sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości powiększenia są na stałe zapisane

w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

- 5h;
- 2h;
- 1h;
- 30min;
- 10min;
- 6min;
- 3min;
- 1min;

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.

Ikona „Parametry wykresu” włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu.

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie kolorów poszczególnych przebiegów. Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu.

Rejestracja podstawowych parametrów procesu.

Pogram do obsługi trybotestera wyposażony został we wbudowany rejestrator (programowy) podstawowych parametrów procesu, takich jak:

- obciążenie F_n ;
- siła tarcia F_t ;
- prędkość obrotowa;
- temperatura próbki;
- temperatura otoczenia;
- wilgotność względna otoczenia;
- głębokość bruzdy;
- współczynnik tarcia;
- szybkość zużycia.

W programie przewidziano przyszłościowo rejestrację do dziesięciu parametrów.

Włączanie i wyłączanie rejestracji danych procesu odbywa się automatycznie poprzez włączenie przycisku próby (Start procesu).

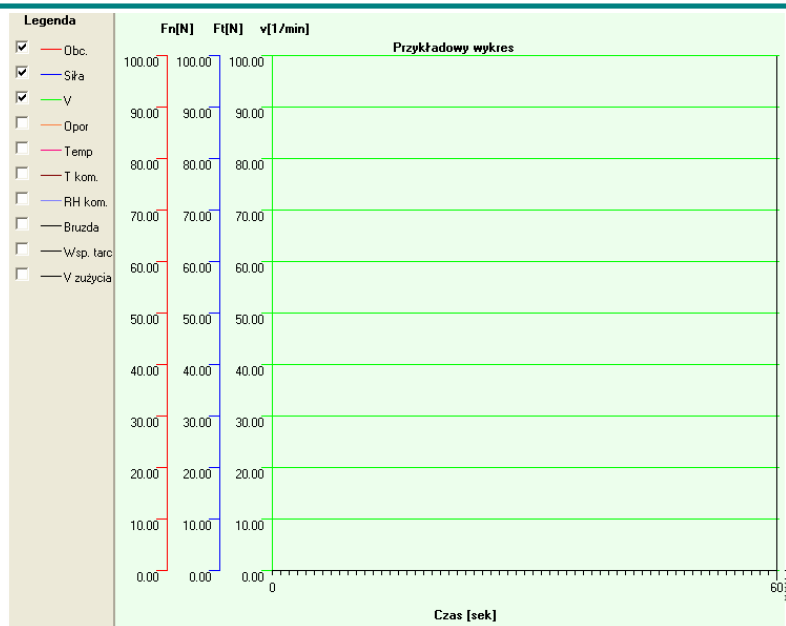
Wszystkie powyższe wartości pomiarowe zapisywane są z wybranym interwałem czasowym.

Okres ten można ustawić w oknie parametrów procesu z zakresu:

- 1.000s
- 0.500s
- 0.250s
- 0.125s
- 0.0625s

Pojemność pamięci zadeklarowano na 1800000 rekordów, co dla interwału 1s daje dokładnie 500 godzin rejestracji.

W każdej chwili można oglądać zarejestrowane dane w postaci graficznej na panelu z wykresami. Panel ten wygląda jak na poniższym przykładzie:



Lewy panel (Legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych wartości. Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych wartości pomiarowych do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skal osi odciętych. W tym przypadku komenda sterująca włączaniem siatki Y działa tylko na ostatnią oś.

Górny pasek ikon służy do konfigurowania uzyskiwanego wykresu oraz zapisu danych.

Zapis danych

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneymmddhhnn.txt”, gdzie:

yy: rok rejestracji;

mm: miesiąc rejestracji;

dd: dzień rejestracji;

hh: godzina rejestracji;

nn: minuta rejestracji;

Przykładowo dane zapisane w dniu 13.11.2009 o godzinie 10.30 będą w pliku o nazwie: „Dane0911131030.txt”.

Przykładowa rejestracja przedstawiona jest poniżej:

Data zapisu: 2014-04-20 10:32:37

Czas próby: 62 s

Droga: 0.00 m

Obciążenie: 1.593 N

Temperatura komory: 0 °C

Wilgotność komory: 0.0 %

Promień: 25.40 mm

Prędkość zadana: 435.000 1/min

Kierunek: prawo

Napęd: jednokierunkowy

```
1 1.0000 0.85785 0.00220 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00358 0.00000 0.00000
2 2.0000 0.49020 0.00269 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00405 0.00000 0.00000
3 3.0000 0.85785 0.00391 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00478 0.00000 0.00000
4 4.0000 1.10295 0.00293 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00408 0.00000 0.00000
5 5.0000 1.10295 0.00342 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00380 0.00000 0.00000
6 6.0000 0.98040 0.00342 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00353 0.00000 0.00000
7 7.0000 1.34805 0.00317 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00346 0.00000 0.00000
8 8.0000 1.34805 0.00391 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00341 0.00000 0.00000
9 9.0000 1.10295 0.00366 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00383 0.00000 0.00000
10 10.0000 1.83825 0.00342 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00387 0.00000 0.00000
```

```

11 11.0000 2.08335 0.00586 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00382 0.00000 0.00000
12 12.0000 2.20590 0.00464 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00304 0.00000 0.00000
13 13.0000 1.71570 0.00513 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00274 0.00000 0.00000
14 14.0000 1.34805 0.00317 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00274 0.00000 0.00000
15 15.0000 1.34805 0.00366 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00265 0.00000 0.00000
16 16.0000 1.22550 0.00415 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00276 0.00000 0.00000
17 17.0000 1.10295 0.00391 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00295 0.00000 0.00000
18 18.0000 1.59315 0.00391 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00304 0.00000 0.00000
19 19.0000 1.59315 0.00366 0.00000 0.29297 0.00000 0.00000 -13831.34400 0.00303 0.00000 0.00000

```

Po preambule z opisem parametrów próby następują dane liczbowe. Pierwsza kolumna to sekunda rejestracji, a następne to odpowiednie wartości mierzone.

Siatka X i Siatka Y

Kolejne dwie ikony powodują włączanie i wyłączanie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.

Zmniejsz i Zwiększ

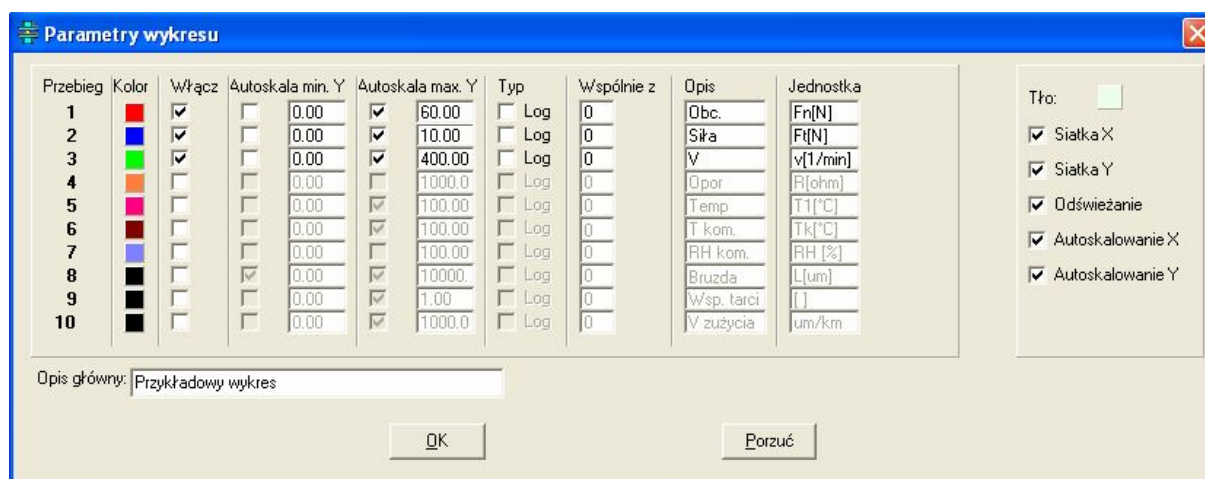
Ikony te sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości powiększenia są na stałe zapisane w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

- 5h;
- 2h;
- 1h;
- 30min;
- 10min;
- 6min;
- 3min;
- 1min;

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.

Parametry wykresu

Ikona ta włącza okno konfiguracji szczegółowej wykresu. Przykładowe okno przedstawiono poniżej:



Przebieg	Kolor	Włącz	Autoskala min. Y	Autoskala max. Y	Typ	Wspólnie z	Opis	Jednostka
1	Red	☒	☐	☒	Log	0	Obc.	Fr[N]
2	Blue	☒	☐	☒	Log	0	Siła	Ft[N]
3	Green	☒	☐	☒	Log	0	V	v[1/min]
4	Orange	☐	☐	☐	Log	0	Opór	R[ohm]
5	Pink	☐	☐	☒	Log	0	Temp	T1[°C]
6	Black	☐	☐	☒	Log	0	T kom.	Tk[°C]
7	Purple	☐	☐	☒	Log	0	RH kom.	RH [%]
8	Black	☐	☒	☒	Log	0	Bruzda	L[um]
9	Black	☐	☐	☒	Log	0	Wsp. tarc	[]
10	Black	☐	☐	☒	Log	0	V zużycia	um/km

Opis główny: Przykładowy wykres

OK Porzuć

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie parametrów poszczególnym wykresów. Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu. Zdefiniować można następujące parametry wykresów:

- Kolor: określenie koloru przebiegu następuje poprzez kliknięcie na kwadracie koloru;

- Włącz: przełącznik aktywujący dany przebieg;
- Autoskala min. Y: włączenie automatycznego skalowania minimalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali min Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu dolnej wartości przebiegu jest to wartość od której rysowany będzie wykres;
- Autoskala max. Y: włączenie automatycznego skalowania maksymalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali max Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu górnej wartości przebiegu jest to wartość do której rysowany będzie wykres;
- Typ log: włączenie rysowania wykresu logarytmicznego (szczególnie przydatne przy wykreślaniu np. poziomu próżni);
- Wspólnie z: przebieg rysowany będzie na jednej osi z uprzednio zdefiniowanym;
- Opis: słowny opis przebiegu;
- Jednostka: jednostka jaką opisany będzie przebieg.

Na prawym panelu można zdefiniować kolor tła na wykresie, rysowanie szczegółowych siatek oraz odświeżanie wykresu na bieżąco w miarę jak napływają dane pomiarowe.

Pod panelami można zdefiniować opis jakim będzie opatrzony wykres.

Wszystkie te parametry są pamiętane po wyłączeniu urządzenia.

Układ sterowania

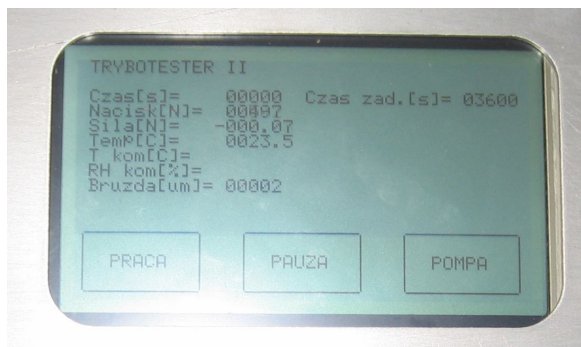
Przy projektowaniu układu sterowania trybotesterem założono, że na pulpicie sterowniczym pozostaną tylko podstawowe przyciski (Start procesu i Pauza oraz włącznik główny) pozostałe sterowanie odbywać się będzie poprzez podłączony do urządzenia komputer.



Stan włączenia próby sygnalizowany jest podświetleniem odpowiednich kontroltek.

Przy rezygnacji z funkcji rejestracji mierzonych wartości i przy prostych ruchach (jednokierunkowych) po uruchomieniu próby istnieje możliwość wyłączenia komputera. Sterownik maszyny po zadanim czasie wyłączy urządzenie.

Na pulpicie wbudowany został wyświetlacz graficzny do obrazowania mierzonych wartości (wartości te są jednocześnie wyświetlane na ekranie komputera).



W dwóch kolumnach wyświetlane są wartości mierzone i wartości zadane.

Poniżej wyświetlane są przyciski informujące o stanie urządzenia takie jak: PRACA, PAUZA i POMPA.

Ekran pełni również funkcję czujnika dotykowego.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy.

Maszyna powinna być ustawiona w miejscu zapewniającym wygodną obsługę i dostęp do części mechanicznej i elektrycznej. Podłączając do sieci zasilającej należy zabezpieczyć obsługującego przed porażeniem prądem elektrycznym poprzez prawidłowe zerowanie lub uziemianie.

W komorach wysokotemperaturowej i mokrej występują wysokie temperatury. Podczas próby i tuż po jej zakończeniu nie wolno dotykać komór.

W komorze zewnętrznej występuje wysoka próżnia. Należy więc zachować szczególną ostrożność, a zwłaszcza chronić okienko wziernikowe. Jego rozbicie może spowodować implozję.

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

Instrukcja obsługi.

Wymiana przeciwpróbki (kółki)

W celu zmiany przeciwpróbki należy:

- delikatnie zdjąć wszystkie odważniki z ramienia;
- podnieść ramię pomiarowe na maksymalną wysokość (konieczne może być przesunięcie ramienia za pomocą śruby mikrometrycznej);
- zwolnić nacisk wrzecion przy poprzez kręcenie śrubą dociskową w prawą stronę (zdjęcie) aż do zniknięcia wyczuwalnego oporu;
- przy pomocy pęsety wyjąć przeciwpróbkę.
- umieścić nową przeciwpróbkę w komorze badawczej;
- dokręcić śrubę dociskową do aż do wyczucia wyraźnego oporu;
- opuścić ramię pomiarowe.



Wymiana próbki

W celu zmiany próbki należy:

- delikatnie zdjąć wszystkie odważniki z ramienia;
- podnieść ramię pomiarowe na maksymalną wysokość (konieczne może być przesunięcie ramienia za pomocą śruby mikrometrycznej);
- poluzować wkręty boczne (dociski) znajdujące się po bokach uchyty próbki;
- wyjąć próbkę (dodatkowy otwór w uchwycie służy do ewentualnego wypchnięcia próbki z uchwytu);
- umieścić nową próbkę w uchwycie;
- docisnąć śrubami bocznymi;
- opuścić ramię pomiarowe.

Wszelkie operacje z próbką wymagają ostrożności. Należy pamiętać, że przeciążenie tensometrów siłą powyżej 150% ich wartości znamionowej powoduje ich uszkodzenie.

Zmiana obciążenia

W celu zmiany obciążenia należy:

- wyłączyć napędy przyciskami START/STOP lub PAUZA;
- delikatnie zdjąć lub dodać odważniki;

Wykonanie próby ścieralności

Obsługa trybotestera polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego przewodu zakończonego wtyczką oraz uruchomieniu urządzenia za pomocą włącznika krzywkowego.

Lampka kontrolna sygnalizuje podanie napięcia zasilającego do części elektrycznej maszyny.

Następnie należy załączyć komputer z oprogramowaniem narzędziowym (Trybotester2.exe).

Następnie należy postępować zgodnie z instrukcją:

- wymienić przeciwpróbkę w komorze badawczej zgodnie z instrukcją;
- wymienić próbkę w uchwycie zgodnie z instrukcją;
- umieścić odpowiednie obciążenie zgodnie z instrukcją;
- przygotować i podłączyć zawieszinę ścierną (jeśli jest taka potrzeba);
- po zaprogramowaniu odpowiedniej próby należy włączyć urządzenie przyciskiem PRACA. Pompa podająca ścierniwo załączana jest niezależnie przyciskiem POMPA.

Próba wyłączy się automatycznie zgodnie z zaprogramowanym warunkiem.

Próby.

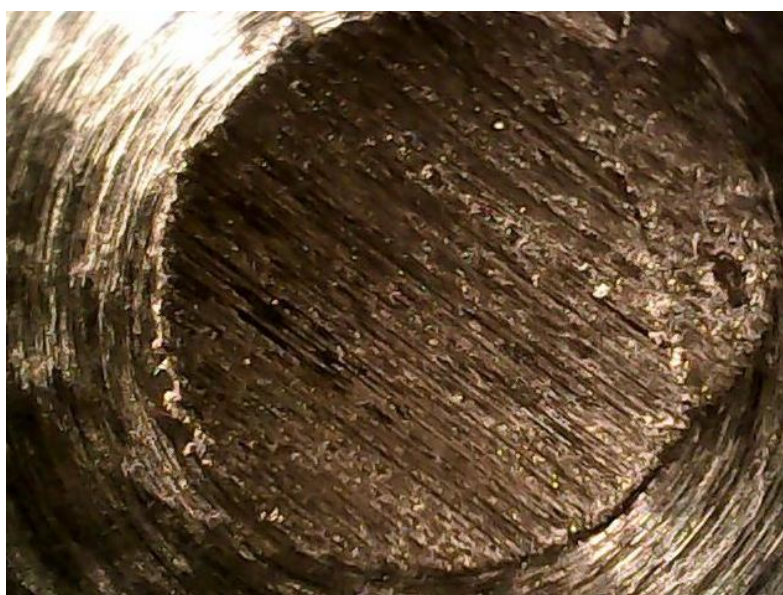
Podczas testowania urządzenia wykonano kilka prób ścierania.

Stal H11N1

Czas próby: 10min;

Obroty: 300 1/min;

Odciążenie: 50N

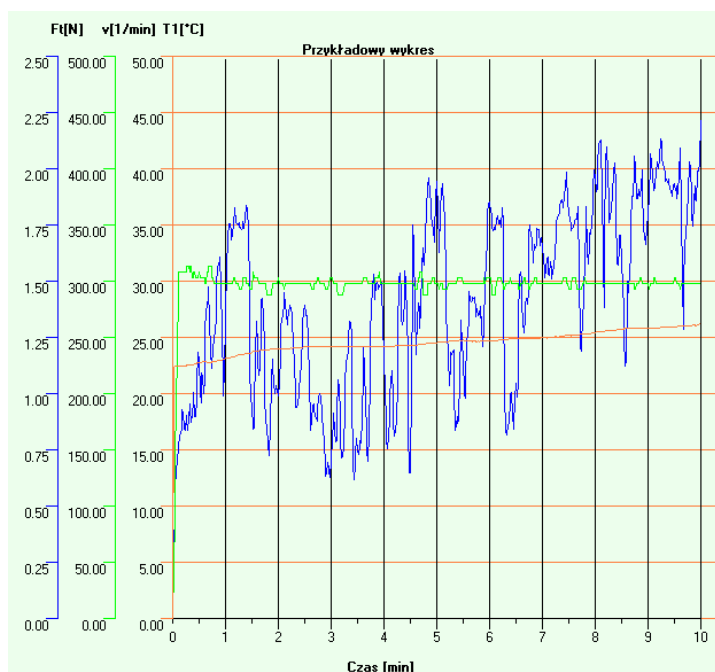


Żeliwo

Czas próby: 10min;

Obroty: 300 1/min;

Odciążenie: 50N

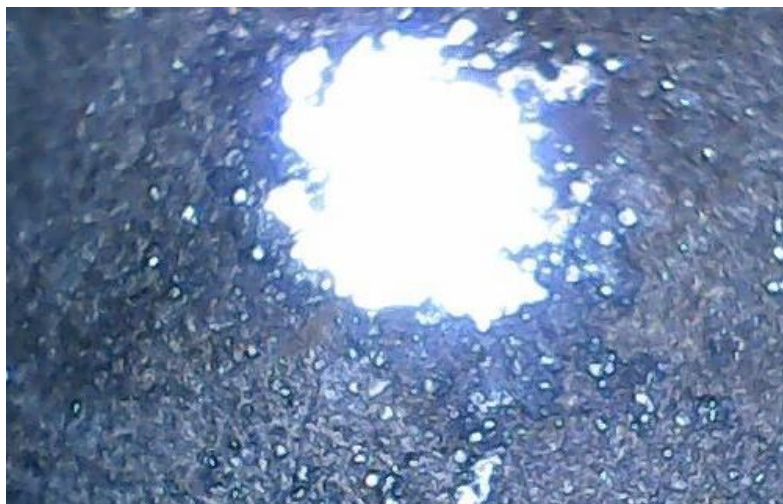
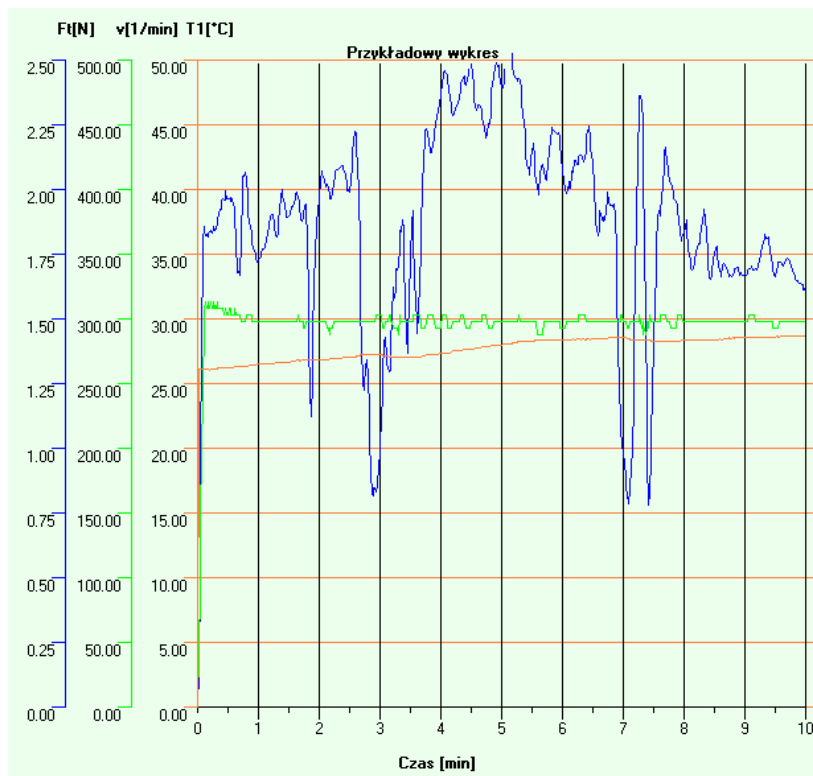


Powłoka $\text{Cr}_3\text{C}_2\text{-NiCr+Co}$

Czas próby: 10min;

Obroty: 300 1/min;

Odciążenie: 50N



Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków technicznych:

0151.0.1.0000	Schemat blokowy trybotestera
0151.0.1.0002	Układ sterowania trybotestera
0151.0.1.0003	Stabilizator prądu
0151.0.1.0004	Wzmacniacz tensometryczny

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.

Karta katalogowa czujnika siły KMM1505-500N
Świadectwo wzorcowania czujnika siły KMM1505-500N
Karta katalogowa czujnika siły KM202-100N
Świadectwo wzorcowania czujnika siły KM202-100N
Instrukcja obsługi i karta katalogowa czujnika CZU2HT
Instrukcja obsługi silnika BG 75 PI
Karta katalogowa silników serii BG75
Karta katalogowa przetwornika PS-11
Karta katalogowa czujnika przemieszczeń MLS110