



**FIRMA INNOWACYJNO  
-WDROŻENIOWA**

**Koszyce Małe, ul. Źródlana 8**

**33-111 Koszyce Wielkie**

**tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631**

**faks: 0146210029, 0146360117**

**mail: [biuro@elbit.edu.pl](mailto:biuro@elbit.edu.pl)**

**[www.elbit.edu.pl](http://www.elbit.edu.pl)**

**PIEC DO HARTOWANIA  
Modernizacja**



## **Spis treści**

|                                                 |    |
|-------------------------------------------------|----|
| Wstęp .....                                     | 3  |
| Opis techniczny .....                           | 4  |
| Czujniki i przetworniki .....                   | 5  |
| Termopara płaszczyznowa typu K NiCr-NiAl .....  | 5  |
| Przetwornik pomiarowy PS-11 .....               | 6  |
| Przetwornik ciśnienia $\pm 101$ kPa .....       | 7  |
| Urządzenia wykonawcze .....                     | 8  |
| Sterownik CPU06 .....                           | 8  |
| Próżniowa pompa rotacyjna TRIVAC S30A .....     | 10 |
| Budowa i działanie urządzenia .....             | 11 |
| Instalacja próżniowa .....                      | 11 |
| Instalacja grzewcza .....                       | 13 |
| Instalacja chłodząca .....                      | 13 |
| Sterowanie .....                                | 14 |
| Opis programu PIEC .....                        | 16 |
| Okno główne .....                               | 16 |
| Parametry .....                                 | 17 |
| O programie .....                               | 18 |
| Wyjście .....                                   | 18 |
| Zakładka schemat .....                          | 19 |
| Zakładka wykres .....                           | 19 |
| Zakładka procesy, programowanie próby .....     | 24 |
| Panel sterowania .....                          | 26 |
| Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy ..... | 28 |
| Instrukcja obsługi .....                        | 28 |
| Przeglądy okresowe .....                        | 28 |
| Materiały eksploatacyjne .....                  | 28 |
| Załączniki .....                                | 29 |
| Dokumentacja towarzysząca .....                 | 29 |

## **Wstęp**

Urządzenie służy do wykonywania programowalnych cykli cieplnych (grzanie/chłodzenie) w atmosferze ochronnej lub próżni dla wsadu o pojemności około  $0.5\text{m}^3$ .

Piec jest zbudowany jako szczelna komora o kształcie walca o średnicy ok. 0.5 metra i wysokości ok. 0.6 metra. W górnej części komory dostępne są drzwi do wkładania materiału.

Wewnątrz komory zabudowane są dwie sekcje grzewcze. Temperatura wsadu jest ściśle kontrolowana za pomocą trzech czujników temperatury. Całością procesu zarządza sterownik przemysłowy.

## **Opis techniczny**

### **Parametry podstawowe:**

|                                           |             |
|-------------------------------------------|-------------|
| Zakres utrzymywanych temperatur:          | 20÷900°C    |
| Zakres pomiaru temperatury:               | 0÷1100°C    |
| Rozdzielczość pomiaru temperatury:        | 0.5°C       |
| Wysokość wewnętrzna komory:               | 600 mm      |
| Średnica wewnętrzna komory:               | Ø 500 mm    |
| Wysokość:                                 | 2400 mm     |
| Długość:                                  | 2000 mm     |
| Szerokość:                                | 1500 mm     |
| Ciężar:                                   | ok. 1700 kg |
| Ciśnienie instalacji pneumatycznej maks.: | 8 bar       |
| Zewnętrzna temperatura pracy:             | 0÷50°C      |
| Wilgotność:                               | do 50%      |

### **Instalacja elektryczna:**

|                             |            |
|-----------------------------|------------|
| Napięcie robocze:           | 3x400 VAC  |
| Zasilanie:                  | trójfazowe |
| Długość kabla zasilającego: | 5m         |
| Moc:                        | ok. 30kW   |
| Zabezpieczenie:             | 3x63A      |

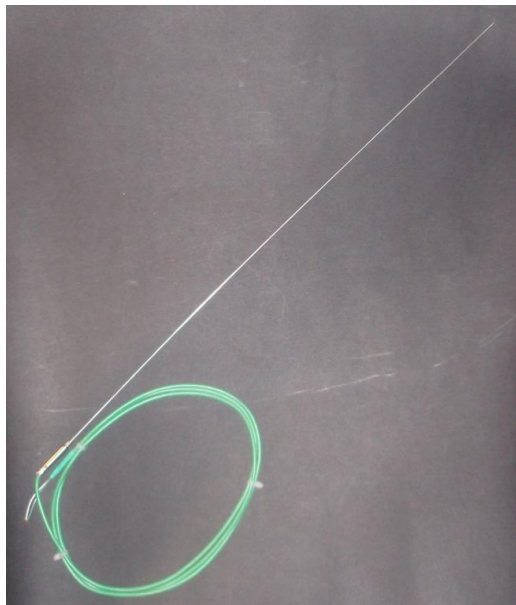
## **UWAGA**

**W urządzeniu występują wysokie napięcia oraz wysokie temperatury. 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

### 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.

|                                              |                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Element pomiarowy / zakres temperatury pracy | termopara typ K (NiCr-NiAl) -200...1100°C<br>termopara typ J (Fe-CuNi) -200...700°C                                                    |
| Dopuszczalne ciśnienie pracy termopary       | 4MPa                                                                                                                                   |
| Szybkość pomiaru (Stała czasowa T0,9)        | spoina odizolowana: d=3mm - 1,5s<br>spoina odizolowana: d=6mm - 6s<br>spoina uziemiona: d=3mm - 1,2s<br>spoina uziemiona: d=6mm - 2,5s |
| Materiał osłony czujnika (płaszcz)           | dla termopary J - 1H18N9T<br>dla termopary K - Inconel                                                                                 |
| Średnica zewnętrzna osłony (płaszcz)         | 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.5, 6.0 mm                                                                                                   |
| Max. temperatura wolnych końców              | 150°C                                                                                                                                  |

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

### **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.

## Przetwornik ciśnienia $\pm 101\text{kPa}$



### Własności:

Przetwornik pomiarowy PSE533 umożliwia pomiary ciśnienia bezwzględnego od pełnej próżni ( $-101\text{kPa}$ ) do wartości  $101\text{kPa}$ .

W urządzeniu przetwornik został zamontowany w okolicach wakuometru.

| Model                                  | PSE530 (Positive pressure)                                                                                                          | PSE531 (Vacuum)                                                                                                       | PSE532 (Low pressure) | PSE533 (Compound pressure) |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
| Rated pressure range                   | 0 to 1 MPa                                                                                                                          | 0 to -101 kPa                                                                                                         | 0 to 101 kPa          | -101 to 101 kPa            |
| Extension analog output range          | -0.1 to 0 MPa                                                                                                                       | 10.1 to 0 kPa                                                                                                         | -10.1 to 0 kPa        | —                          |
| Proof pressure                         | 1.5 MPa                                                                                                                             | 500 kPa                                                                                                               |                       |                            |
| Applicable fluid                       | Air/Non-corrosive gas/Non-flammable gas                                                                                             |                                                                                                                       |                       |                            |
| Power supply voltage                   | 12 to 24 VDC ±10%, Ripple (p-p) 10% or less (with power supply polarity protection)                                                 |                                                                                                                       |                       |                            |
| Current consumption                    | 15 mA or less (with no load)                                                                                                        |                                                                                                                       |                       |                            |
| Output specification                   | Analog output 1 to 5 V (with rated pressure range), 0.6 to 1 V (with extension analog output range), Output impedance: Approx. 1 kΩ |                                                                                                                       |                       |                            |
| Accuracy (Ambient temperature at 25°C) | ±2% F.S. or less (with rated pressure range), ±5% F.S. or less (with extension analog output range)                                 |                                                                                                                       |                       |                            |
| Linearity                              | ±1% F.S. or less                                                                                                                    |                                                                                                                       |                       |                            |
| Repeatability                          | ±1% F.S. or less                                                                                                                    |                                                                                                                       |                       |                            |
| Power supply voltage effect            | ±1% F.S. or less based on the analog output at 18 V ranging from 12 to 24 VDC                                                       |                                                                                                                       |                       |                            |
| Environmental resistance               | Enclosure                                                                                                                           | IP40                                                                                                                  |                       |                            |
|                                        | Temperature range                                                                                                                   | Operating: 0 to 50°C; Stored: -10 to 70°C (No freezing or condensation)                                               |                       |                            |
|                                        | Withstand voltage                                                                                                                   | 1000 VAC, 50/60Hz for 1 minute between live parts and case                                                            |                       |                            |
|                                        | Insulation resistance                                                                                                               | 5 MΩ or more between live parts and case (at 500 VDC Mega)                                                            |                       |                            |
|                                        | Vibration resistance                                                                                                                | 10 to 500 Hz 1.5 mm amplitude or 98 m/s <sup>2</sup> acceleration, X, Y, Z directions for 2 hours each (De-energized) |                       |                            |
|                                        | Impact resistance                                                                                                                   | 980 m/s <sup>2</sup> in X, Y, Z directions, 3 times each (De-energized)                                               |                       |                            |
| Temperature characteristics            | ±2% F.S. or less (Based on 25°C)                                                                                                    |                                                                                                                       |                       |                            |
| Sensor cable/Option                    | Halogen-free heavy-duty cable, 3 cores, ø2.7, 3 m, Conductor area: 0.15 mm <sup>2</sup> , Insulator O.D.: 0.8 mm                    |                                                                                                                       |                       |                            |
| Standards                              | Compliant with CE marking                                                                                                           |                                                                                                                       |                       |                            |

### Piping Specifications

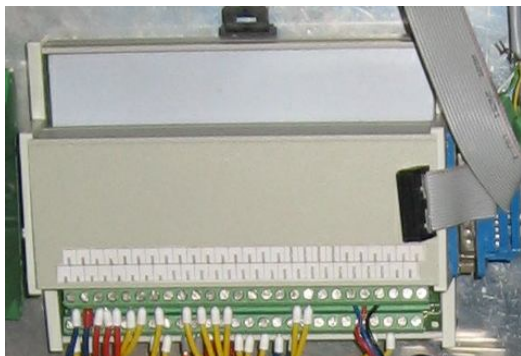
| Model                 | M5                                    | R06                   | R07                   |
|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Port size             | M5 x 0.8 male thread                  | $\phi 6$ reducer type | 1/4 inch reducer type |
| Wetted parts material | Pressure sensor: Silicon, O-ring: NBR |                       |                       |
|                       | Body: Stainless steel 304             |                       |                       |
| Mass                  | With sensor cable (3 m)               | 41 g                  | 38 g                  |
|                       | Without sensor cable                  | 7 g                   | 3.8 g                 |

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.

#### 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:

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

Parametry wyjść analogowych:

|                                                  |            |
|--------------------------------------------------|------------|
| przetwornik:                                     | 12-bitowy; |
| maksymalna częstotliwość<br>sygnału wyjściowego: | $>100Hz$   |

Każde wyjście analogowe może być w procesie produkcyjnym skonfigurowane następująco:

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

## **Próżniowa pompa rotacyjna TRIVAC S30A**



Pompa próżniowa Trivac jest to dwustopniowa, łopatkowa pompa rotacyjna.

Pompa wyposażona jest w trójfazowy silnik AC. W serii TRIVAC S jednostka pompy oraz silnik połączone są za pomocą sprzęgła elastycznego. Charakteryzują się wysoką tolerancją na parę wodną, ciągłą pracą nawet przy ciśnieniu 1000 mbar, brakiem kolorowych metali, wysoką szczelnością (dostosowane do pompowania He3). Idealne jako pompy wstępne do systemów średniej próżni ze względu na niski strumień wsteczny par oleju.

Parametry techniczne pompy Trivac S30A:

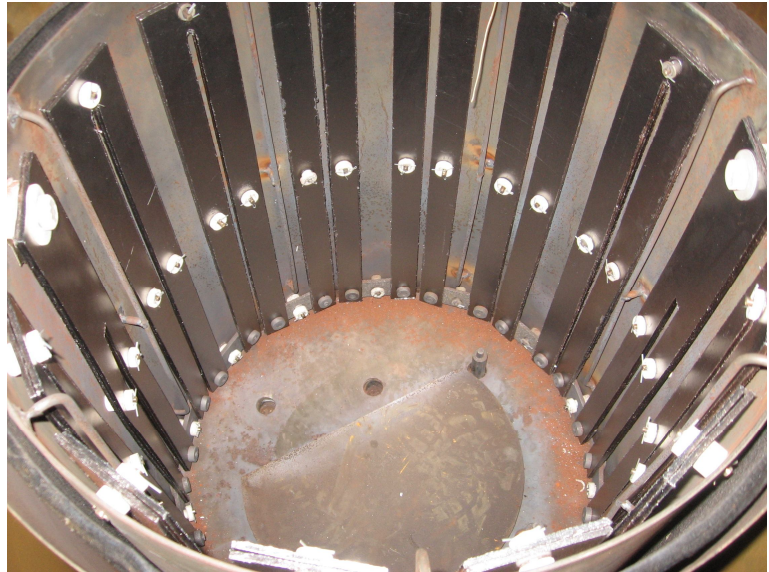
- wydajność ssania: 30m<sup>3</sup>/h;
- ciśnienie końcowe <0,3 mbar;
- silnik: AM90SX4;
- obroty: 1390 obr/min;
- prąd: - 4,85/2,8 A;
- moc: - 1,1 kW;
- waga: 70 kg.

## **Budowa i działanie urządzenia**

Komora zbudowana jest w kształcie walca i służy do przeprowadzania cykli cieplnych (grzanie, chłodzenie) w kontrolowanej atmosferze (próżnia, azot).

Komora obudowana jest płaszczem wodnym zapewniającym odpowiednie chłodzenie.

W dolnej części komory zamontowany jest wymiennik wodny z dmuchawą odśrodkową. Dolna część zamykana jest klapą poruszaną cięgłem wyprowadzonym na zewnątrz urządzenia.



Wewnątrz komory zamontowane są grzałki grafitowe na izolatorach ceramicznych.

Komora została zaprojektowana jako szczelna. Wszystkie przepusty mechaniczne, jak i przejścia elektryczne są odpowiednio uszczelnione. Część z nich jest dodatkowo chłodzona wodą.

Pokrywa górna podnoszona jest pneumatycznie.

W zmodernizowanym urządzeniu wyróżnić można następujące bloki funkcjonalne:

- instalacja próżniowa;
- instalacja grzewcza;
- instalacja chłodząca;
- automatyka i sterowanie

Poniżej bloki funkcjonalne omówiono bardziej szczegółowo.

### **Instalacja próżniowa**

Głównym elementem wykonawczym jest tu pompa próżniowa o wydajności 30m<sup>3</sup>/h. (Oryginalnie była zamontowana pompa o wydajności 60 m<sup>3</sup>/h, ale po próbach z szybkością odpowietrzania zdecydowano się na jej zmniejszenie).

Na wylocie pompy zamontowano filtr powietrza. Ma on za zadanie wylapywać i skraplać pary oleju naturalnie tworzące się podczas pracy pompy. Okresowo należy ten wytrącony olej spuszczać z filtra. Należy również dbać, aby poziom oleju w pompie próżniowej mieścił się w określonych przez wzniiki granicach. Praca z minimalną ilością oleju doprowadzi do zatarcia i uszkodzenia pompy.



Podczas pracy należy pamiętać, że temperatura gazów zasysanych przez pompę próżniową nie powinna przekroczyć 80°C. Niedotrzymanie tego warunku skutkować będzie spalaniem pompy.

Na zdjęciu obok przedstawiono widok zamontowanej pompy wraz z filtrem powietrza.

Pompa połączona jest z komorą za pomocą giętkiego stalowego przewodu DN50.

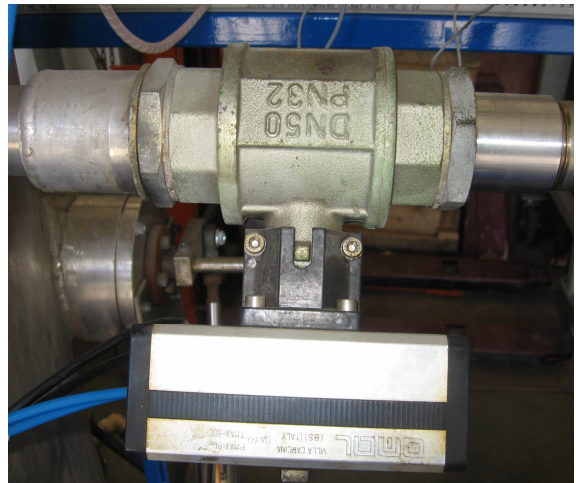
Komora posiada dwa przyłącza próżniowe: pierwsze – służące do podłączenia pompy próżniowej oraz drugie, na którym zamontowano wszystkie czujniki,

przetworniki i zawory.

Przyłącze próżniowe pompy wyposażone jest w pneumatyczny zawór służący do odcinania pompy w okresach jej postoju. Zapobiega to cofaniu się powietrza do komory przy wyłączonej pompie.

Na zdjęciu obok pokazano zawór z przyłączem próżniowym.

Drugie przyłącze próżniowe wyposażone jest w wakuometr oraz dwa zawory: jeden do zapowietrzania komory, a drugi do wpuszczania atmosfery ochronnej. Pierwszy z nich sterowany jest pneumatycznie, drugi zaś elektrycznie. Na przyłączy umieszczono też elektroniczny przetwornik do pomiaru poróżni.



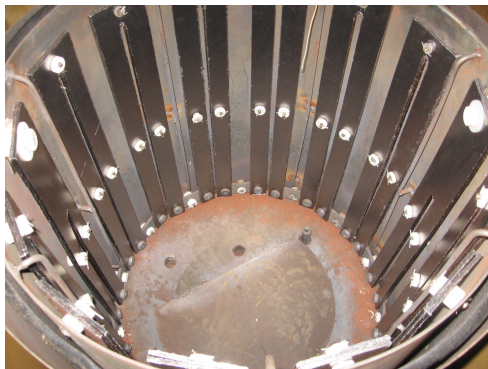
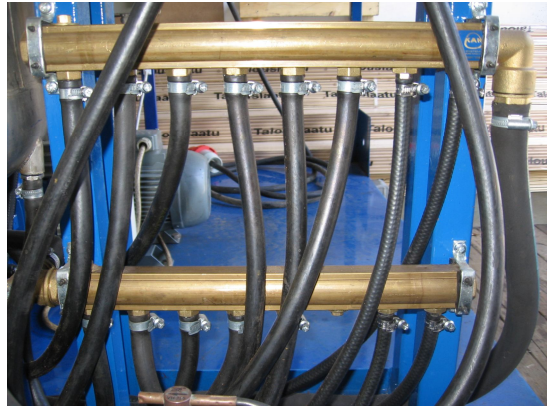
Widok drugiego przyłącza przedstawiono na zdjęciu obok.



## **Instalacja grzewcza**

Głównym elementem wykonawczym jest tu zespół grzałek grafitowych częściowo odtworzonych a częściowo zaprojektowanych. Grzałki te zasilane są napięciem zmiennym 53V i pobierają prąd (zależny od ich temperatury) od 350A dla 20°C do 400A dla 700°C.

Dla strony pierwotne prądy zasilania transformatora wynoszą odpowiednio 55A i 59A.



Grzałki te zasilane są poprzez transformator obniżający napięcie. Transformator zanurzony jest w zbiorniku z olejem elektroizolacyjnym, który zapewnia mu odpowiednie chłodzenie.

Wygląd grzałek w piecu przedstawiono na zdjęciu.

Grzałki sterowane są metodą modulacji szerokości impulsu (PWM) o stałym okresie wynoszącym 2.5s. Włączanie grzałek odbywa się przez tzw. przekaźnik półprzewodnikowy (SSR).

Jako sygnał pomiarowy zastosowano trzy termopary płaszczone. Program umożliwia sterowanie od którejkolwiek z nich. Sygnał sterujący grzałkami wyliczany jest przez wbudowany w sterownik regulator PI. Dla temperatur większych niż 500°C wokół grzałek grafitowych należy zapewnić atmosferę ochronną lub próżnię. W przeciwnym razie grzałki mogą ulec szybkiemu zużyciu.

## **Instalacja chłodząca**

Komora umieszczona jest w obudowie z płaszczem wodnym. Obieg wody w płaszczu wymuszany jest przez pompę wodną (WZ750). Jej widok zamieszczony jest na zdjęciu obok.



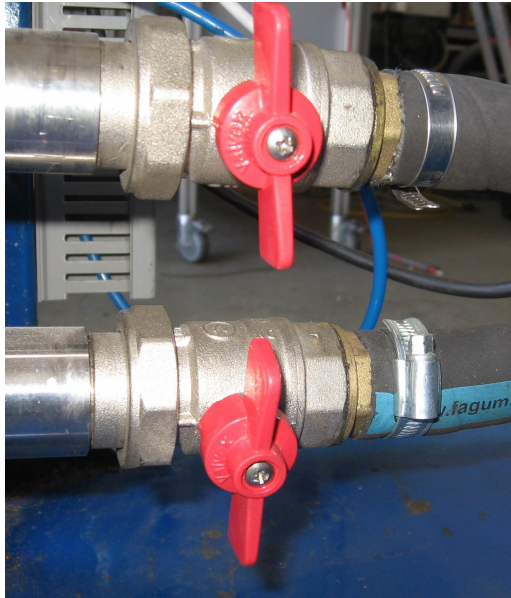
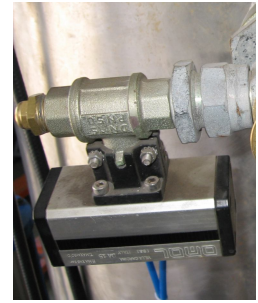
Obieg wody włącza się automatycznie gdy temperatura w komorze przekroczy 120°C.

Dodatkowym zabezpieczeniem urządzenia jest czujnik temperatury płaszcza (dwustanowy). Po przekroczeniu 90°C spowoduje on wyłączenie procesu grzania.

Woda chłodząca rozprowadzana jest do wszystkich komór płaszcza poprzez rozdzielacze – wlotowy i wylotowy.

Widok tych rozdzielaczy pokazano na zdjęciu.

Króćce wlotowy i wylotowy mają średnice 1". Do poprawnej pracy należy je podłączyć do zbiornika z wodą o pojemności odpowiedniej do chłodzenia zbiornika. Króćce przyłączeniowe posiadają zawory kulowe pozwalające na zamknięcie wlotów.



## **Sterowanie**

W urządzeniu przewidziano sterowanie głównymi elementami wykonawczymi.

### **Wentylator chłodnicy**

Wentylator ten sterowany jest silnikiem trójfazowym poprzez układ softstartu. Połączenie mechaniczne silnika i wentylatora pokazano na zdjęciu poniżej.



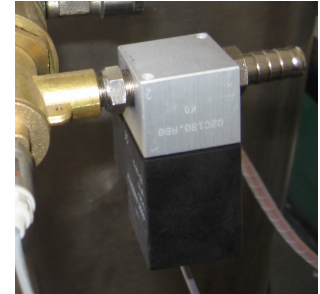
### **Zawór zapowietrzania**

Załączany zaworem kulowym sterowanym pneumatycznie. Na wlocie zamontowano tłumik hałasu w celu zmniejszenia szybkości zapowietrzania. Działa w obie strony (może

służyć do zapowietrzania lub do odprowadzania napompowanej komory). Zdjęcie przedstawia opisywany zawór.

### **Zawór gazów**

Załączany elektrozaworem (sterowanym 24V). Zawór jednokierunkowy służący do napełniania komory gazem neutralnym (azot, argon). Do poprawnego działania wymaga pewnej różnicy ciśnień. Zdjęcie przedstawia opisywany zawór.



### **Dennica (klapa)**

Do jej podnoszenia służy duży siłownik pneumatyczny. Kłapa nie zostanie otwarta gdy w komorze będzie próżnia. W stanie otwartym możliwe jest przekręcenie kłapy w bok w celu uzyskania łatwiejszego dostępu do wnętrza komory.

Wygląd siłownika przedstawiono na zdjęciu obok.



### **Kłapa górna**

Jest to kłapa zamykająca część grzewczą od góry. Dociskana siłownikiem pneumatycznym zamontowanym na górze dennicy. Ciśnienie doprowadzane jest do siłownika poprzez zawory dławiące w celu umożliwienia regulacji szybkości ruchu kłapy.

Zawory regulujące szybkość opuszczania i podnoszenia przedstawiono na zdjęciu obok.



### **Kłapa dolna**

Kłapa dolna otwiera połączenie między częścią grzewczą a dolną chłodnicą wraz z wentylatorem.

Ciśnienie doprowadzane jest do siłownika poprzez zawory dławiące w celu umożliwienia regulacji szybkości ruchu kłapy.

Siłownik wraz z zaworami regulującymi szybkość opuszczania i podnoszenia przedstawiono na zdjęciu obok.

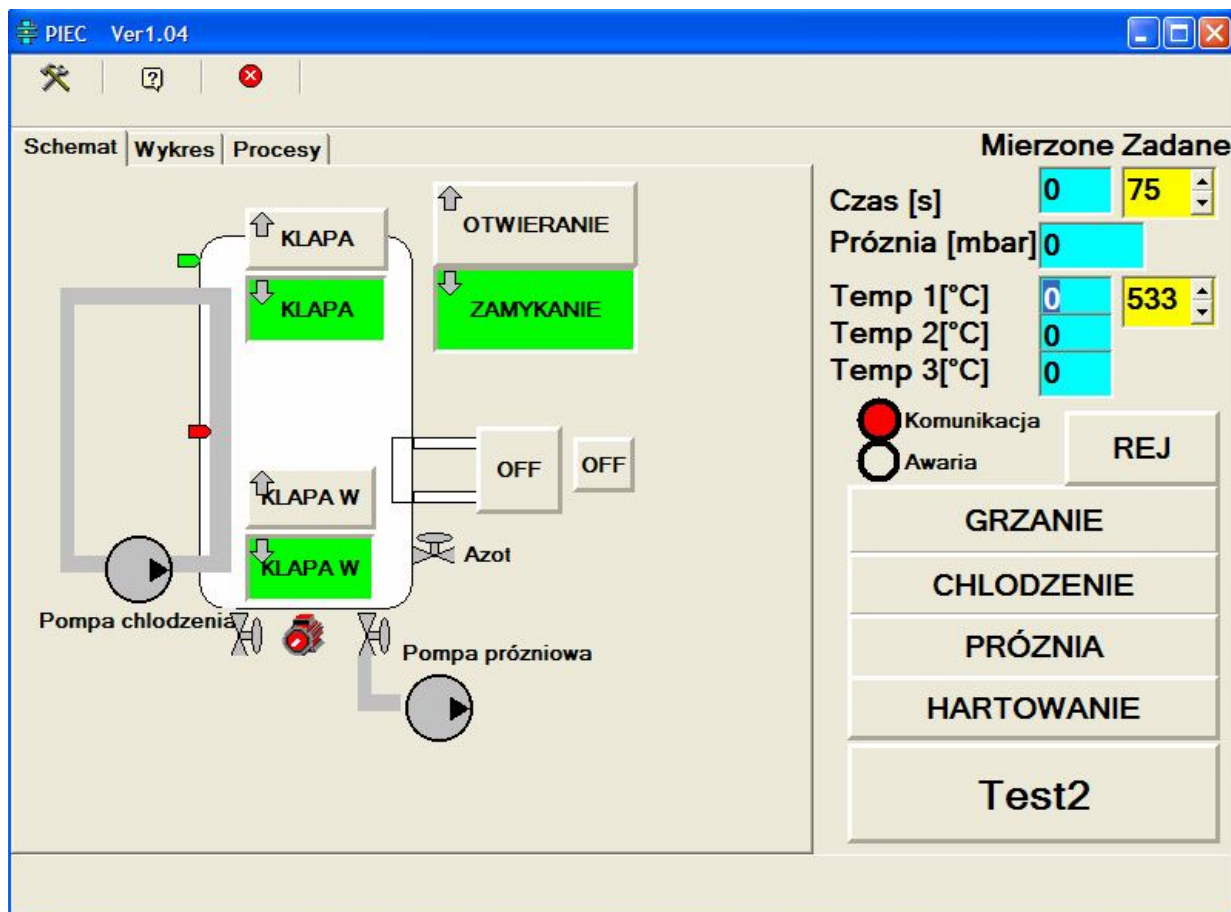




## Opis programu PIEC

### Okno główne

Po włączeniu urządzenia automatycznie włącza się program sterujący o nazwie PIEC. Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:

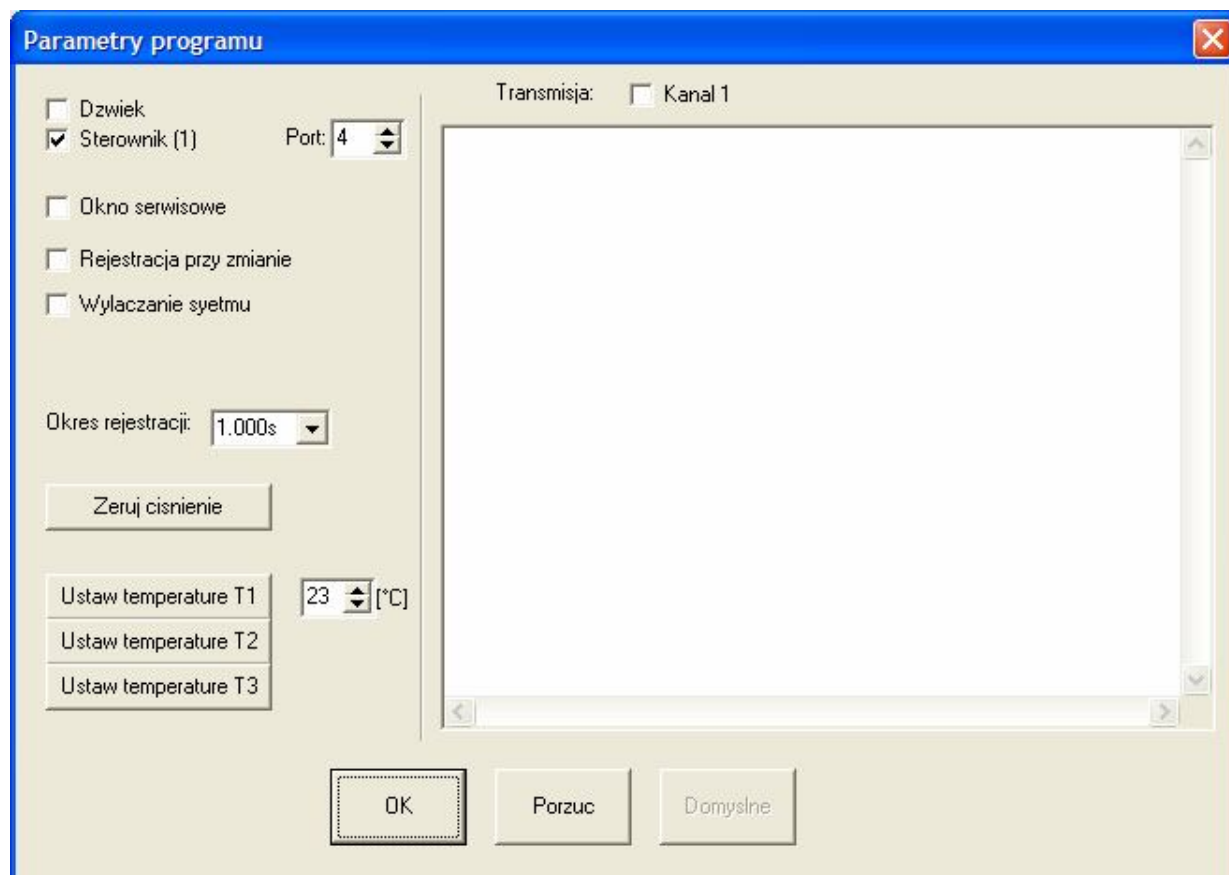


W górnej części okna widoczny jest pasek ikon: parametry, opis, wyjście.  
Lewa część zawiera trzy zakładki: schemat, wykres i procesy.  
Prawa część okna zawiera wyniki pomiarów i przyciski sterujące.

## Parametry

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

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



Część funkcji w tym oknie są to funkcje serwisowe służące do kalibracji poszczególnych czujników i przetworników.

W parametrach ogólnych zgrupowano funkcje przełączające:

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

**Sterownik** – uaktywnia kanał komunikacji ze sterownikiem urządzenia. Po każdej zmianie należy restartować program.

**Port** – dla połączenia RS232 definiuje numer portu szeregowego do komunikacji ze sterownikiem urządzenia. Po każdej zmianie należy restartować program.

**Okno serwisowe** – włącza w programie głównym panel, na którym wyświetlane są szczegółowe stany urządzenia i umożliwia sterowanie funkcjami urządzenia, 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.

**Wyłączanie systemu** – włączenie tego przełącznika spowoduje, że wyjście z programu będzie się automatycznie wiązało z zamknięciem całego systemu.

**Okres rejestracji** – parametr ten określa interwał czasowy rejestracji danych.

W oknie parametrów umożliwiono też sterowanie parametrami analogowymi:

**Zeruj ciśnienie** – zerowanie pomiaru ciśnienia. Funkcja ta ustawia ciśnienie na wartość 0.

**Ustaw temperaturę** – ustawianie czujników temperatury. Funkcja ta ustawia skazania poszczególnych kanałów pomiarowych na zadaną wartość.

W oknie parametrów można też podglądać transmisję pomiędzy programem i sterownikiem.

## **O programie**

Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

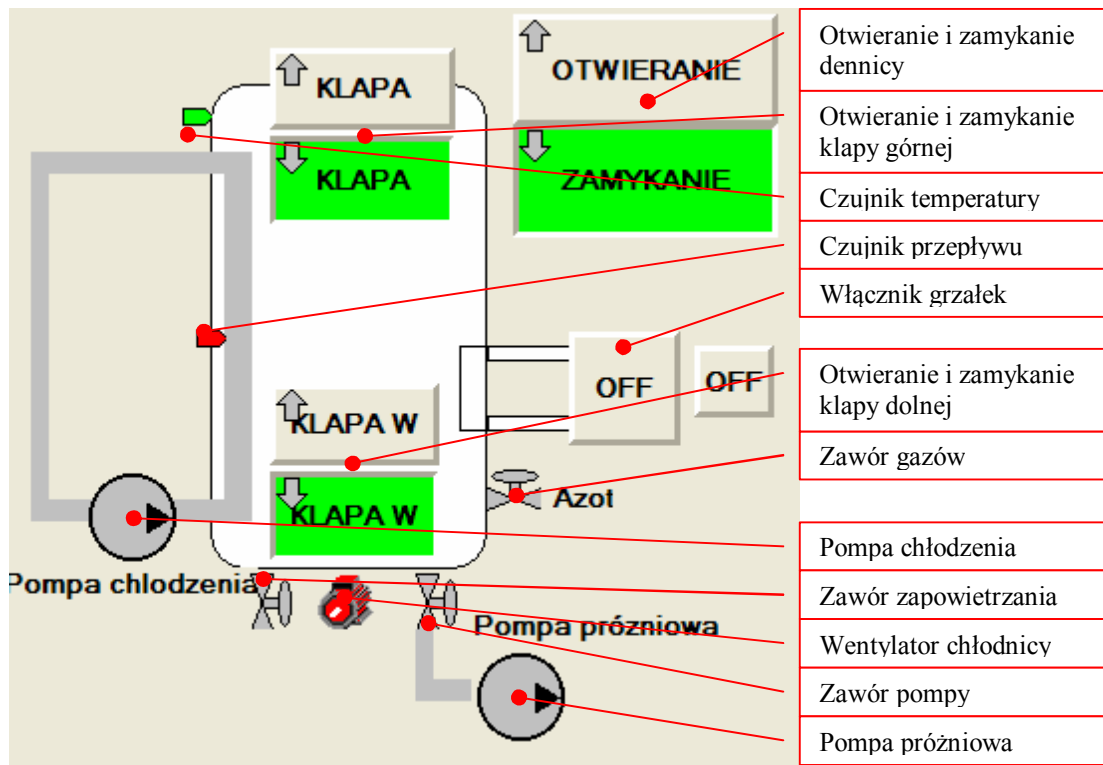
## **Wyjście**

Funkcja zatrzymuje ewentualny ruch siłowników i zamyka program.

### Zakładka schemat

W tej zakładce schematycznie pokazano stan urządzeń oraz umożliwiono sterowanie nimi.

Poniżej przedstawiono znaczenie poszczególnych przycisków i piktogramów.



### Zakładka wykres

W urządzeniu przewidziano rysowanie na bieżąco wykresów czasowych. Służy do tego druga zakładka w programie o nazwie „Wykres”.

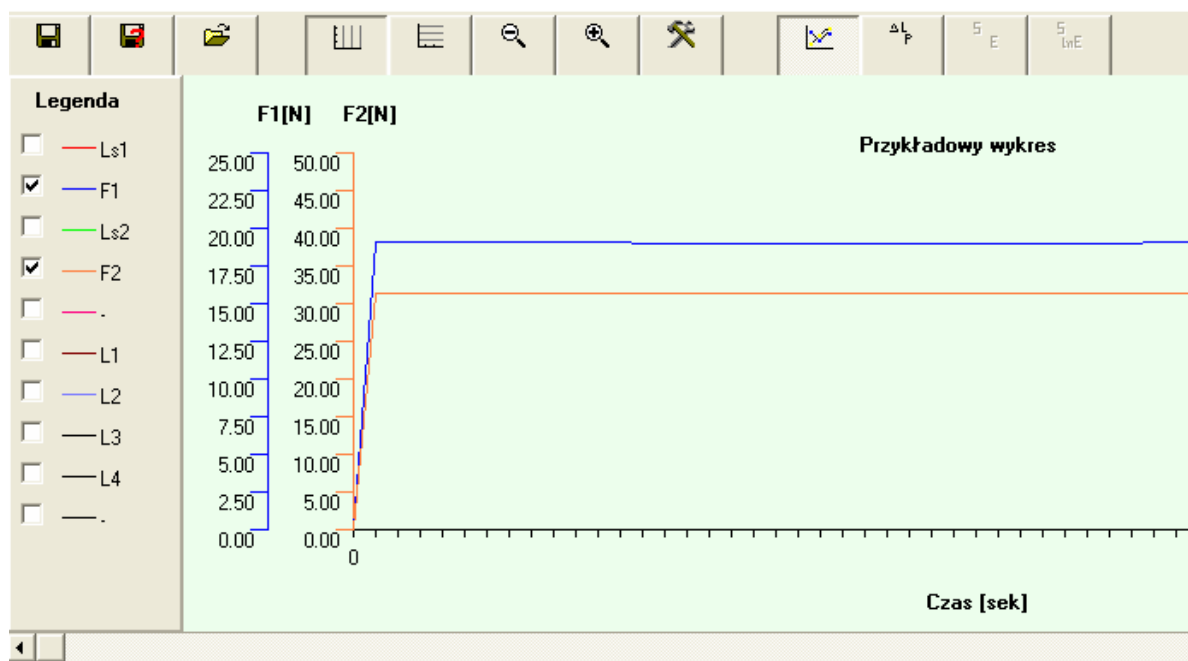
Kolejne dwie ikony („Siatka X” i „Siatka Y”) powodują włączanie i wyłączenie siatki dla osi rzędnych i odciętych na wykresie.

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



Lewa część wykresu (legenda) służy do włączania rysowania poszczególnych parametrów przebiegów.

Jeśli włączymy dwa lub więcej różnych przebiegów do wyświetlenia, na wykresie pojawi się odpowiednia ilość skali 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.

Do zmiany poziomej horyzontu czasowego służy suwak pod wykresem.



### **Rejestracja podstawowych parametrów procesu.**

Pogram do obsługi urządzenia wyposażony został we wbudowany rejestrator (programowy) podstawowych parametrów procesu. Listę tych parametrów przedstawiono w kolejności w jakiej są zapisywane na dysku komputera:

- temperatura T1;
- temperatura T2;
- temperatura T3;
- ciśnienie P;
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0);
- rezerwa (zawsze 0).

W programie przewidziano przyszłościowo rejestrację większej ilości danych pomiarowych, stąd pola rezerwowe.

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.

### **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: 2014-07-28 20:51:43

Czas próby: 0 s

```

1 0.8750 20.28500 19.42500 21.73667 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.02000 -0.01000 -0.00540 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
2 1.7500 20.28500 19.42000 21.73667 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.02000 -0.01000 -0.00560 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
3 2.6250 20.28500 19.41500 21.73667 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.01950 -0.01000 -0.00560 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
4 3.5000 20.30500 19.41500 21.73500 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.01950 -0.01000 -0.00560 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
5 4.3750 20.30000 19.40500 21.73500 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.01950 -0.01000 -0.00580 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000
6 5.2500 20.30000 19.42000 21.73833 31.97900 57.00000 -0.02000 -0.01950 -0.01000 -0.00560 0.00000 0.00000 0.00000 0.00000
0.00000 0.00000

```

### Siatka X i Siatka Y

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

### Zmniejsz i Zwiększ

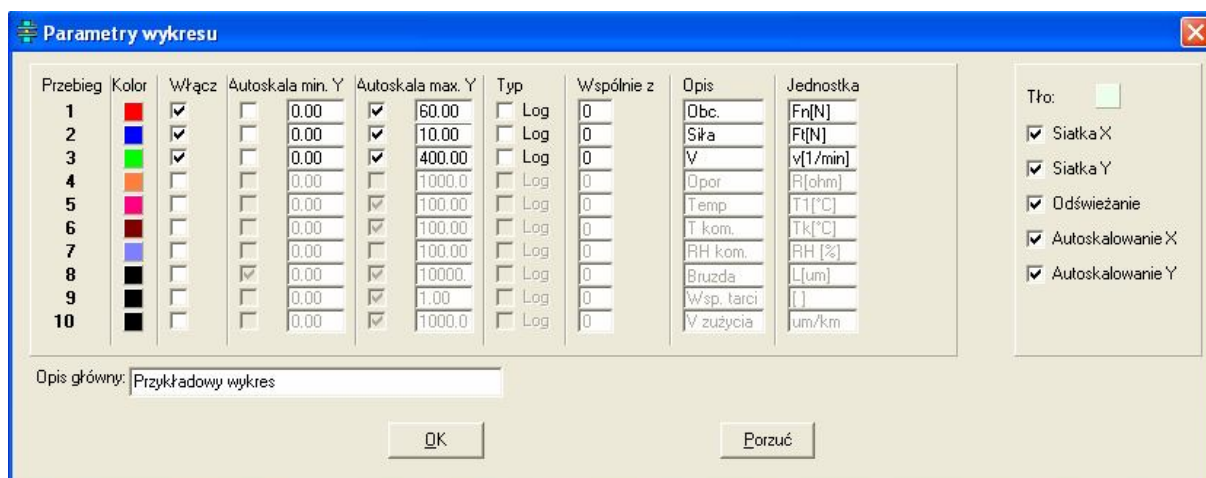
Ikony te sterują powiększeniem, czyli horyzontem czasowym uwzględnianym przy rysowaniu wykresu. Wielkości powiększenia są na stałe zapisane w programie i nie ma możliwości ich zmiany. Dostępne powiększenia:

- 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        | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 60.00  | <input type="checkbox"/> Log | 0          | Obc.      | Fn[N]     |
| 2        | Blue       | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 10.00  | <input type="checkbox"/> Log | 0          | S#        | Ft[N]     |
| 3        | Green      | <input checked="" type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 400.00 | <input type="checkbox"/> Log | 0          | V         | v[1/min]  |
| 4        | Orange     | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input type="checkbox"/> 1000.0            | <input type="checkbox"/> Log | 0          | Upor      | R[ohm]    |
| 5        | Pink       | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 100.00 | <input type="checkbox"/> Log | 0          | Temp      | T1[°C]    |
| 6        | Dark Red   | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 100.00 | <input type="checkbox"/> Log | 0          | T kom.    | Tk[°C]    |
| 7        | Light Blue | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 100.00 | <input type="checkbox"/> Log | 0          | RH kom.   | RH [%]    |
| 8        | Black      | <input type="checkbox"/>            | <input checked="" type="checkbox"/> 0.00 | <input checked="" type="checkbox"/> 10000. | <input type="checkbox"/> Log | 0          | Bruzda    | L[um]     |
| 9        | Black      | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 1.00   | <input type="checkbox"/> Log | 0          | Wsp. tarc | [ ]       |
| 10       | Black      | <input type="checkbox"/>            | <input type="checkbox"/> 0.00            | <input checked="" type="checkbox"/> 1000.0 | <input type="checkbox"/> Log | 0          | V zużycia | um/km     |

Opis główny: Przykładowy wykres

OK Porzuć

Na lewym panelu umożliwiono definiowanie parametrów poszczególnym wykresom. Przebiegi występują w takiej kolejności, jak na legendzie wykresu.

Zdefiniować można następujące parametry wykresów:

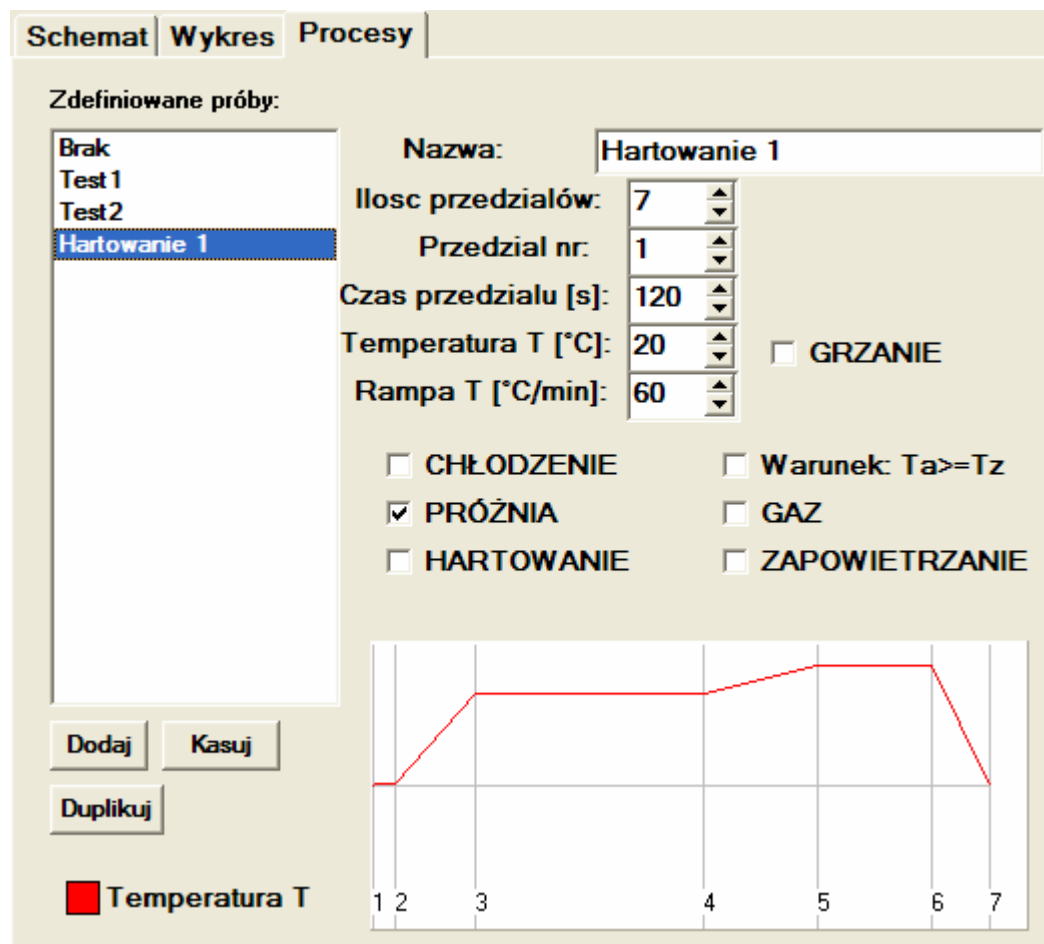
- Kolor: określenie koloru przebiegu następuje poprzez kliknięcie na kwadracie koloru;
- Włącz: przełącznik aktywujący dany przebieg;
- Autoskala min. Y: włączenie automatycznego skalowania minimalnej wartości dla przebiegu;
- Wartość autoskali min Y: przy wyłączonym automatycznym skalowaniu dolnej wartości 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.

## Zakładka procesy, programowanie próby

Trzecia zakładka związana jest z bazą zapisanych procesów (receptur) oraz z umożliwianiem ich definiowania. Zakładka ta wygląda jak na poniższym rysunku.



**Schemat Wykres Procesy**

Zdefiniowane próby:

- Brak
- Test 1
- Test 2
- Hartowanie 1**

Nazwa: Hartowanie 1

Ilość przedziałów: 7

Przedział nr: 1

Czas przedziału [s]: 120

Temperatura T [°C]: 20

Rampa T [°C/min]: 60

☐ GRZANIE

☐ CHŁODZENIE

☒ PRÓŻNIA

☐ HARTOWANIE

☐ Warunek:  $T_a \geq T_z$

☐ GAZ

☐ ZAPOWIETRZANIE

**Dodaj Kasuj Duplikuj**

**Temperatura T**

1 2 3 4 5 6 7

Lewa lista zawiera uprzednio zdefiniowane próby. Definiuje się je po nazwie. Wyboru próby (procesu) dokonuje się poprzez podświetlenie linii z nazwą. Pod listą umieszczono trzy przyciski funkcyjne:

### Dodaj

Funkcja ta tworzy nowy proces z predefiniowanymi wartościami i nazwą „Nowy proces”.

### Kasuj

Funkcja kasuje (usuwa) wybrany proces. Procesu pierwszego o nazwie „Brak” nie można usunąć. Wynika to ze struktury bazy danych.

### Duplikuj

Funkcja kopiuje podświetlony proces. Skopiowany proces wstawiany jest na końcu listy. Jest ona przydatna gdy należy w niewielkim stopniu zmodyfikować istniejący proces, a istnieje potrzeba pozostawienia oryginalnego.

Po wyborze procesu do zdefiniowania (lub stworzeniu nowego) można przystąpić do określenia jego parametrów. Służą do tego poszczególne pola rekordu próby.

Pierwsze dwa pola odnoszą się do całego procesu, kolejne zaś do poszczególnych przedziałów.

Przyjęto, że każdy proces można podzielić na ściśle określone czasowo przedziały w których można zdefiniować gradient i wartość maksymalną poszczególnych sił. Proces może dotyczyć sterowania obu siłownikami naraz.

#### **Nazwa**

Pole służy do określenia nazwy procesu, po którym w późniejszym czasie będzie następował jego wybór. Maksymalnie można określić do dwudziestu znaków.

#### **Ilość przedziałów**

Jak napisano powyżej każdy proces można podzielić na poszczególne przedziały. W tym oknie można zdefiniować ich ilość. Program umożliwia definiowanie do stu przedziałów.

#### **Przedział nr**

Pole służy do określenia przedziału, którego parametry są wyświetlane i który jest definiowany. Można wybrać przedziały od numeru 1 do ilości określonej w polu „ilość przedziałów”.

#### **Czas przedziału**

Pole służy do określenia czasu w sekundach ile ma trwać dany przedział.

#### **Temperatura T [°C]**

Dla każdego przedziału istnieje możliwość zdefiniowania temperatury, jaka ma zostać osiągnięta na końcu przedziału.

#### **Rampa T [°C/min]**

Dla każdego przedziału istnieje możliwość zdefiniowania gradientu temperatury (rampy) jaki regulator grzałek będzie realizował.

Wpisanie wartości 0 powoduje wyłączenie rampy (temperatura zmienia się skokowo).

W dolnej części zakładki umieszczono również schematyczny wykres pokazujący podział na poszczególne przedziały i rozkład temperatury zadanej.

W każdym przedziale można zdefiniować wykonywanie poszczególnych procedur, takich jak:

- chłodzenie – załącza pompę chłodzenia i kontroluje przepływ chłodziwa;
- próżnia – załącza pompę próżniową i otwiera zawór pompy próżniowej;
- hartowanie – podnosi klapę górną otwiera klapę dolną i włącza wentylator hartowania;
- grzanie – włącza regulator, który wysterowuje grzałki tak, by temperatura odczytana ( $T_a$ ) była równa zadanej ( $T_z$ );
- gaz – otwiera zawór gazów procesowych;



- zapowietrzanie – otwiera zawór zapowietrzania.

Oraz dodatkowy warunek związany z kontrolą  $T_a \geq T_z$ . Włączenie tego warunku sprawi, że przejście do wykonywania kolejnego przedziału nastąpi gdy temperatura aktualna ( $T_a$ ) osiągnie temperaturę zadaną ( $T_z$ ).

## Panel sterowania

Prawa część ekranu zawiera wyniki pomiarów oraz wartości zadawane.

**Czas mierzony** – czas w sekundach od włączenia procesu.

**Czas zadany** – czas w sekundach całego procesu

**Próżnia** – poziom ciśnienia wewnątrz komory zmierzony przetwornikiem. Ciśnienie atmosferyczne to 0mbar, pełna próżnia to - 1000mbar, nadciśnienie jednej atmosfery to wskazania 1000mbar.

**Temp 1 – 3 mierzone** – temperatury zmierzone termoparami. Zakres pomiarowy to 1200°C.

**Temp zadana** – temperatura do której osiągnięcia dąży regulator. Temperatura ta zmienia się w każdym przedziale zgodnie z nastawioną wartością  $T_z$  i rampy.

**Komunikacja** – jest to kontrolka informująca o poprawnym połączeniu między komputerem a skrzynką sterownika. Świecenie kontrolki na zielono sygnalizuje poprawność komunikacji. Kolor czerwony jej brak.

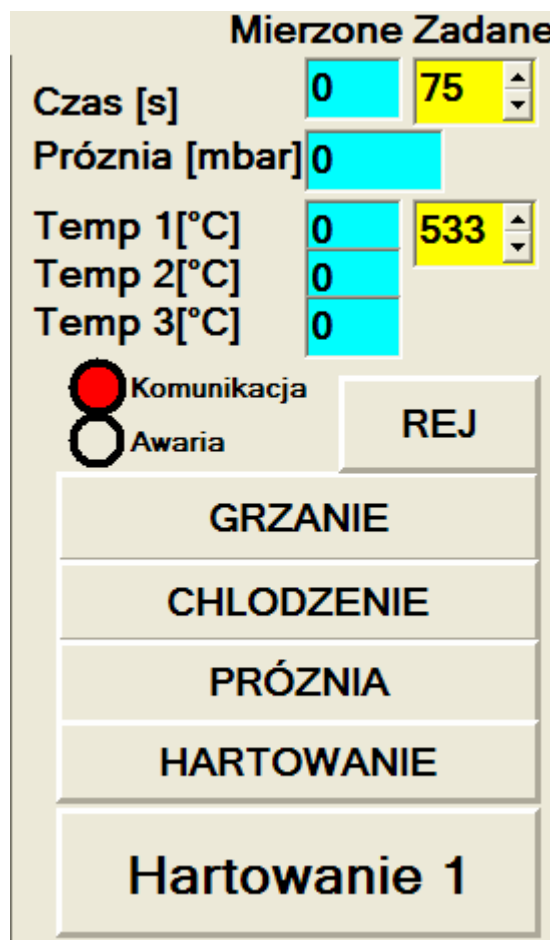
**Awaria** – włączenie tej kontrolki sygnalizuje wciśnięcie włącznika awaryjnego (grzyb) lub wystąpienie stanu awaryjnego.

Pozostałe przyciski sterują włączaniem poszczególnych procedur. Włączenie procedury sygnalizowane jest podświetleniem przycisku na kolor zielony.

**Rej** – włącza rejestrację przebiegów, rysowanie wykresu jest możliwe tylko przy włączonej rejestracji.

**Grzanie** - kontrolka sterująca włączeniem i wyłączeniem grzania komory. Grzanie nie zostanie włączone gdy dennic górna jest otwarta. Włączenie grzania zamyka automatycznie klapy górną i dolną.

**Chłodzenie** - kontrolka sterująca włączeniem i wyłączeniem chłodzenia komory. Powyżej 120°C chłodzenie włącza się automatycznie – bez możliwości wyłączenia.



The screenshot shows a control panel interface with the following elements:

- Mierzone Zadane** header.
- Czas [s]**: Two input fields, one showing 0 and the other 75.
- Próżnia [mbar]**: One input field showing 0.
- Temp 1[°C]**: Two input fields, one showing 0 and the other 533.
- Temp 2[°C]**: One input field showing 0.
- Temp 3[°C]**: One input field showing 0.
- Komunikacja**: A red indicator light.
- Awaria**: A white indicator light.
- REJ**: A button.
- GRZANIE**: A button.
- CHŁODZENIE**: A button.
- PRÓŻNIA**: A button.
- HARTOWANIE**: A button.
- Hartowanie 1**: A button.

**Próżnia** – przed wykonaniem procedury „próżnia” sprawdzany jest warunek czy dennica górna jest zamknięta. W przeciwnym razie procedura nie zostanie wykonana.

Procedura polega na włączeniu pompy próżniowej, otwarciu zaworu próżniowego oraz zamknięciu zaworów zapowietrzania i zaworu gazów.

**Hartowanie** – procedura włącza wentylator hartowania oraz otwiera klapy górną i dolną.

**Proces** – włącza wybraną w zakładce „procesy” próbę (recepturę).

## **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 komorze występują wysokie temperatury. Podczas próby i tuż po jej zakończeniu nie wolno dotykać komory.

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

### **Instrukcja obsługi.**

Obsługa układu starzeniowego polega na podłączeniu do sieci prądu elektrycznego przewodu zakończonego wtyczką trójfazową a następnie włączeniu urządzenia.

Włączenie urządzenia następuje poprzez przekręcenie wyłącznika krzywkowego (WŁĄCZNIK GŁÓWNY).

Na panelu sterującym widoczne są aktualne odczyty zmierzonych temperatur.

Następnie należy umieścić wewnątrz komory materiały.

Zamknąć dennicę górną i zabezpieczyć nakrętkami.

Po zaprogramowaniu odpowiedniej próby (receptury) należy włączyć urządzenie przyciskiem z nazwą procesu.

Po odpowiednim czasie urządzenie wyłączy się automatycznie.

Po odczekaniu aż komora ulegnie wychłodzeniu otworzyć dennicę górną i wyjąć materiały.

Po zakończeniu pracy wyłączyć program przyciskiem „wyjście” i po odczekaniu ok. 5s na czas potrzebny na zamknięcie systemu - wyłączyć zasilanie.

### **Przeglądy okresowe.**

Podczas normalnej eksploatacji urządzenia należy okresowo wykonywać następujące czynności:

- spuszczenie oleju z filtra oleju - co 50 pełnych cykli grzania.
- kontrola i uzupełnianie oleju w pompie próżniowej - co 50 pełnych cykli grzania.
- kontrola jakości grzałek grafitowych – co 10 pełnych cykli grzania.

### **Materiały eksploatacyjne.**

- olej do pomp próżniowych P-1;
- olej elektroizolacyjny – transformatorowy.

## **Załączniki**

### **Dokumentacja towarzysząca**

Spis rysunków technicznych:

|               |                             |
|---------------|-----------------------------|
| 0150.0.1.0000 | Schemat blokowy urządzenia  |
| 0150.0.1.0001 | Instalacja elektryczna      |
| 0150.0.1.0002 | Instalacja pneumatyczna     |
| 0150.0.1.0003 | Układ sterowania urządzenia |
| 0150.0.1.0004 | Instalacja chłodnicza       |

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.