



**FIRMA INNOWACYJNO
-WDROŻENIOWA**

Koszyce Małe, ul. Źródłana 8

33-111 Koszyce Wielkie

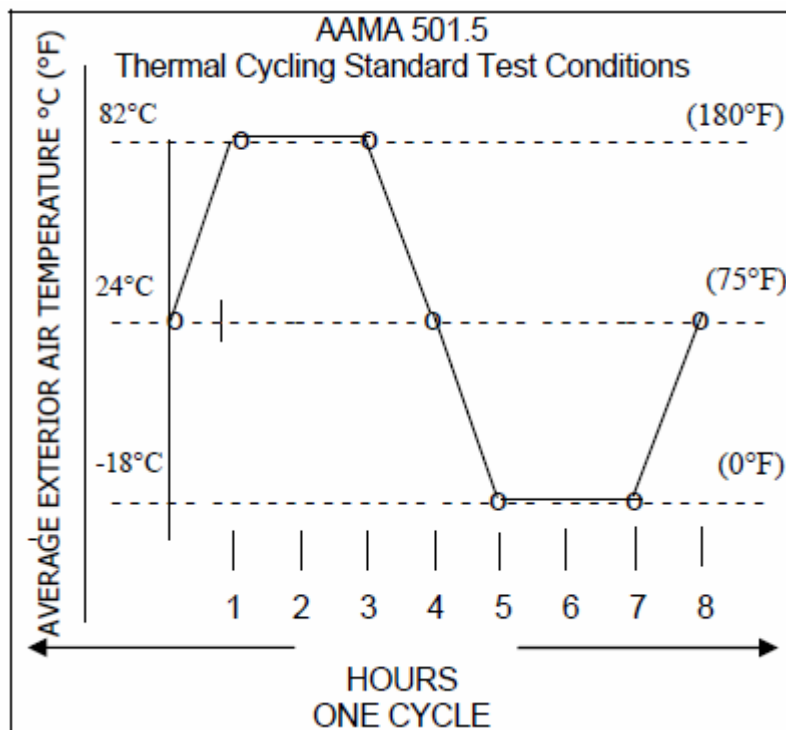
tel.: 0146210029, 0146360117, 608465631

fax: 0146210029, 0146360117

mail: biuro@elbit.edu.pl

www.elbit.edu.pl

**Aparatura do badań termicznych zgodnie z normą
AAMA 501-5
0224.0.1.5000**



Spis treści

Wstęp	3
Opis techniczny	4
Czujniki i przetworniki	6
Czujnik termoelektryczny TTE416	6
Moduł odczytu 6 wejść termoparowych 6TE	7
Urządzenia wykonawcze	9
Nagrzewnica oporowa 15kW	9
Agregat Frascold AKA6X-31.2 B Tropic	10
Chłodnica powietrza GCE 352A8 ECO	12
Budowa i działanie aparatury	13
Tryb nagrzewania	13
Tryb chłodzenia	14
Próba badawcza wg AAMA 501-5	15
Elementy pomiarowe	16
Układ elektryczny	17
Opis programu CYKLE	18
Okno główne	18
Parametry	19
O programie	21
Wyjście	21
Panel wykresu	22
Struktura pliku danych	26
Instrukcja użytkowania	28
Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy	28
Instrukcja obsługi	28
Załączniki	29
Dokumentacja towarzysząca	29
Czynności okresowe:	29

Wstęp

Stanowisko do badań termicznych ma umożliwiać badania fasad zgodnie z normą AAMA 501- 5. Służy ono do zadawania różnicy temperatur między stronami próbki i ich rejestracji.

Stanowisko składa się z zespołu nagrzewnic elektrycznych, agregatu chłodniczego i układów sterowania i regulacji oraz dużej ilości punktów pomiaru temperatury.

Całość aparatury jest sterowana ze specjalnie opracowanego programu komputerowego.

Każdy element aparatury zostały opracowane lub zaprojektowane w firmie ELBIT.

Opis techniczny

Parametry podstawowe

Zewnętrzna temperatura pracy:	10÷40°C
Wilgotność:	do 50%
Napięcie robocze:	400 VAC
Zasilanie:	trójfazowe
Długość kabla zasilającego:	12m
Moc maksymalna przy chłodzeniu:	45kW
Moc maksymalna przy nagrzewaniu:	60kW
Rodzaj pracy:	ciągła

Nagrzewnica elektryczna

Ilość nagrzewnic:	4
Moc:	15kW
Przepływ powietrza:	1090m ³ /h
Waga:	16.5kg
Maksymalna temperatura pracy:	90°C

Agregat chłodniczy

Agregat skraplający:	Frascold AKA6X-31.2 B Tropic
Chłodnica x4:	GCE 352A8 ECO
Moc maksymalna:	45kW
Waga:	480kg

Termopary:

Rodzaj:	typ K
Ilość termopar:	100 + 6
Zakres pomiaru temperatury:	-50÷105°C
Długość:	0.5m
Długość przewodu kompensacyjnego:	10 i 15m
Dokładność pomiaru temperatury:	0.5°C

UWAGA:

W urządzeniu występuje wysokie napięcie oraz duże temperatury. Podczas pracy należy zachować szczególną ostrożność, a każdy przypadek niewłaściwego działania należy zgłaszać do producenta !

Wyłącznik awaryjny odłącza również wentylatory. Podczas grzania należy go używać tylko przy rzeczywistej potrzebie, gdyż gorące nagrzewnice bez chłodzenia mogą ulec uszkodzeniu.

Wyłącznik awaryjny nie odłącza agregatu chłodniczego. Agregat jest jednostką niezależną, włączaną indywidualnie.

Zabrania się włączania agregatu przy temperaturze komory przekraczającej 35°C.

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

Czujniki i przetworniki

Czujnik termoelektryczny TTE416



Czujniki serii TTE416 przeznaczone są w szczególności do zastosowań, w których osłona czujnika montowana jest na przykład na części maszyny lub innych elementów konstrukcyjnych. Otwór $\varnothing 6$ w osłonie czujnika pozwala na jego montaż przy pomocy standardowych elementów złącznych np: śruby lub nity.

Czujnik TTE416 składa się z cienkościennej rurki ochronnej wykonanej z otworem pod śrubę mocującą oraz przewodu termoparowego.

Długość zanurzeniowa L, średnica otworu, izolacja przewodu termoparowego, klasa dokładności, mogą być dobierane w zależności od potrzeb/wymagań aplikacji.

Parametry techniczne termoelementu:

- element pomiarowy:	Typ K (NiCr-NiAl)
- zakres pomiaru:	$-50 \div 260^{\circ}\text{C}$
- długość Lp:	50cm
- klasa termopary:	1
- Ilość żył x średnica:	2x0.50 mm
- Wymiar zewnętrzny:	1.4x2.4 mm
- Kolory:	zielony (+), biały (-)
- Oznaczenie:	TT-K-2x0.50mm
- Zakończenie:	złącze miniaturowe S10

Parametry techniczne przewodu kompensacyjnego:

- Oznaczenie:	JJ-KCA-2x0.22mm ²
- Przekrój:	2 x 0.22 mm ² , linka (7x0.2mm)
- długość:	10 i 15m
- Typ:	KCA
- Izolacja:	PVC / PVC (do $+105^{\circ}\text{C}$)
- Średnica zewn.:	3.8 ($\pm 0.2\text{mm}$)
- Wymiar zewnętrzny:	$\varnothing 4$ mm
- Kolory:	zielony (+), biały (-)
- Zakończenia:	gniazdo i wtyk miniaturowy S10

Pełna karta katalogowa i instrukcja obsługi w załącznikach.

Moduł odczytu 6 wejść termoparowych 6TE**Opis techniczny:**

Moduł 6TE umożliwia pomiar wartości temperatury za pomocą dołączanych popularnych czujnik typu PT100, PT500, PT1000, NI100, KTY81-110, NTC (Carel) i termopar (typu J, K, T, N, S, R, B). Dodatkowo możliwy jest pomiar napięć w zakresach do 256mV (rozdzielczość 10uV) i do 2048mV (rozdzielczość 100uV) a także pomiar rezystancji do 8kΩ.

Urządzenie posiada zestaw 6 wejść do pomiaru temperatury. Możliwy jest pomiar 2 lub 3 przewodowy czujnik PT100, Ni100, PT1000, PT500 oraz 2 przewodowy pomiar napięcia termopar oraz pozostałych czujnik. Dodatkowo moduł wyposażony jest w 2 konfigurowalne wyjścia cyfrowe (alarmowe). Odczyt wartości następuje za pomocą magistrali RS485 (protokół Modbus), dzięki czemu w prosty sposób można zintegrować moduł z popularnymi sterownikami PLC, HMI lub komputerami PC wyposażonymi w odpowiednie przejściówki. Moduł ten podłączany jest do magistrali RS485 za pomocą dwu przewodowej skrętki. Komunikacja odbywa się z wykorzystaniem protokołu MODBUS RTU lub MODBUS ASCII. Zastosowanie 32-bitowego procesora z rdzeniem ARM zapewnia szybkie przetwarzanie danych i szybką komunikację. Prędkość transmisji jest konfigurowalna od 2400 do 115200. Moduł przeznaczony jest do montażu na szynie DIN zgodnie z normą DIN EN 5002. Moduł został wyposażony z zestaw diod LED (kontrolki), używanych do wskazywania stanu wyjść przydatnych w celach diagnostycznych i pomagających w znalezieniu błędu. Konfiguracja modułu odbywa się przez USB za pomocą dedykowanego programu komputerowego. Możliwa jest również zmiana parametrów za pomocą protokołu MODBUS.

Dane techniczne:

Napięcie:	12-24 V DC $\pm$ 20%
Prąd maksymalny:	120 mA @ 12V / 100 mA @ 24V
Liczba wejść:	6
Zakres pracy PT100:	-200°C - +850°C
Zakres pracy termopary K:	-200°C - +1300°C
Rozdzielczość pomiarowa:	0,1°C
Błąd przetwarzania:	0,5°C
Pomiar temperatury zimnych końców:	-55°C - +100°C
Błąd pomiaru temperatury zimnych	
Końców:	1°C
Czas przetwarzania ADC:	150ms / kanał
Wyjścia cyfrowe - maksymalny prąd	
i napięcie:	500mA / 55V
Temperatura pracy:	-20 °C - +65°C
Przechowywania:	-40 °C - +85°C
Wysokość:	120 mm
Głębokość:	101 mm
Szerokość:	22,5 mm
Interfejs:	RS485 Do 128 urządzeń

Instrukcja użytkowania i deklaracja zgodności oraz oprogramowanie narzędziowe do konfiguracji kart w załącznikach.

Urządzenia wykonawcze

Nagrzewnica oporowa 15kW



Opis techniczny:

Nagrzewnica służy do szybkiego ogrzewania zamkniętych pomieszczeń. Wyposażona jest w regulowany termostat oraz zabezpieczenie przed przegrzaniem. Posiada trzy stopnie regulacji mocy grzewczej wentylator (BEZ GRZANIA) / 7500 W / 15000 W oraz praktyczny i wygodny, izolowany uchwyt do przenoszenia. Urządzenie jest przystosowane do pracy ciągłej. Metalowa obudowa zabezpiecza grzałkę i wiatrak przed uszkodzeniami mechanicznymi, a kompaktowe wymiary urządzenia ułatwiają transportowanie i przechowywanie nagrzewnicy.

Moc grzewcza:	7500W / 15000W
Zużycie prądu:	do ~15 kWh
Pobór mocy (sam wentylator):	110W
Napięcie zasilania:	400 V
Przepływ powietrza:	1090m ³ /h
Wbudowany termostat.	
Trwała metalowa obudowa.	
Zabezpieczenie termoelektryczne.	
Waga:	16,5 kg

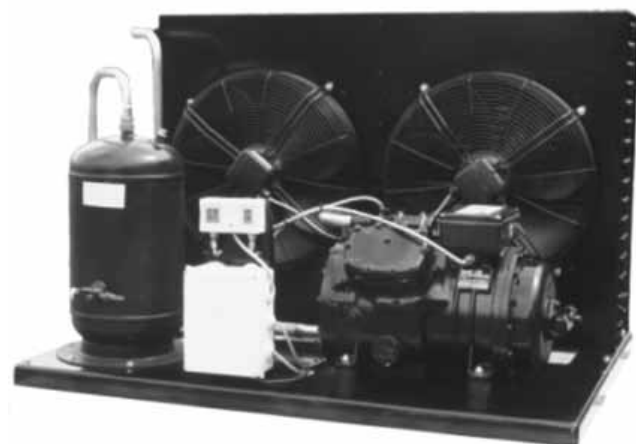
Do celów realizacji niniejszego projektu powyższa nagrzewnica posłużyła do wykonania zdalnych nagrzewnic sterowanych z rozdzielnic głównej. Wymieniono:

- układ sterowania.
- zabezpieczenie termoelektryczne.
- wtyk i przewody elektryczne.

Po modernizacji nagrzewnica charakteryzuje się następującymi parametrami:

Moc grzewcza:	15000W
Zabezpieczenie termoelektryczne:	100°C
Temperatura pracy:	-20 ÷ 100°C
Możliwość niezależnego sterowania grzałką i wentylatorem.	

Agregat Frascold AKA6X-31.2 B Tropic



Cechy charakterystyczne:

Agregaty skraplające na bazie sprężarek półhermetycznych tłokowych FRASCOLD zostały zaprojektowane do montażu w układach chłodniczych przemysłowych, średnio i wysokotemperaturowych. Przeznaczone do pracy z czynnikami chłodniczymi: R407C, R404A, R507, o wydajnościach od 3 do 49 kW w wersji średnio i wysokotemperaturowej, od 1 do 32 kW w wersji niskotemperaturowej.

temperaturze otoczenia do +38°C w wersji standard (przy odparowaniu od -25°C do 0°C dla czynnika R404A oraz od -25°C do +5°C dla R407C) oraz do +43°C w wersji tropic (przy odparowaniu od -25°C do +5°C dla czynnika R404A oraz od -25°C do +10°C dla R407C). Agregaty niskotemperaturowe przystosowane są do pracy w temperaturze otoczenia +38°C w wersji standard oraz +43°C w wersji tropic (przy odparowaniu od -40°C do -20°C dla czynnika R404A)

Czynnik chłodniczy:	R404A/507, R407C
Zasilanie:	sprężarka: 3/400V/50Hz wentylatory: 350 mm - 1/230V/50Hz, 450 mm, 500 mm - 3/400V/50Hz
Sprężarka:	Wyposażone standardowo w grzałkę oleju, wziernik, zawory odcinające na ssaniu i tłoczeniu, termiczne zabezpieczenie silnika (termistor PTC umieszczony na uzwojeniach stojana silnika elektrycznego połączony z integralnym modułem kontrolnym typu KRIWAN INT; dla modeli A, B, C, D, Q, F, S - INT 69, dla sprężarek V, Z INT 69 TM. Moduł zgodny z normą DIN 440. Modele V, Z, W wyposażone są standardowo w zabezpieczenie termiczne na tłoczeniu. Klasa ochrony sprężarek IP 54. Wszystkie sprężarki napełnione są fabrycznie olejem
Olej:	Sprężarka fabrycznie jest napełniona olejem estrowym FRASCOLD 32 FC (lepkość 32 cSt), możliwe jest zastosowanie zamiennie innych typów oleju jak: TOTALFINAL ELF ACD 32 lub ICE Emcarate RL 32S
Skrapacz:	Skrapacz powietrzny 1, 2, 3 lub 4 - wentylatorowy z silnikami 1 lub 3 - fazowymi (klasa ochrony IP 54). Wentylatory wyposażone w zabezpieczenie termiczne oraz kondensatory(1-fazowe wentylatory). Skrapacz pełnozakresowy, dostosowany do pracy agregatu w temperaturze otoczenia +38oC w wersji STANDARD oraz 43oC w wersji TROPIC
Podstawa:	Blacha stalowa lakierowana, kolor RAL9005
Zabezpieczenia:	- presostat podwójny z ręcznym resetem - IP 44 - elektroniczny presostat olejowy w agregatach ze sprężarką wyposażoną w pompę olejową - IP 54

Zbiornik cieczy: Z certyfikatem CE, wyposażony w
- zawór Rotalock na wyjściu
- wziernik (zbiorniki o pojemności powyżej 30L)
- zawór bezpieczeństwa lub przyłącze pod zawór bezpieczeństwa

Skrzynka przyłączeniowa elektryczna:

Klasa ochrony IP 55 W skrzynce wyprowadzone są przewody
presostatów oraz wentylatorów skraplacza

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Chłodnica powietrza GCE 352A8 ECO



Opis techniczny:

Seria GCE to nowa generacja Chłodnic. Przeznaczone są one do komór chłodniczych w których przechowuje się świeże lub mrożone produkty żywnościowe. Ich zaletą są małe gabaryty. Wężownica wykonana jest z miedzianych rur, które są ożebrowane w środku (GROOVED

TUBES). Dzięki temu maksymalizowany jest współczynnik wymiany ciepła po stronie czynnika chłodniczego.

Obudowa chłodnicy jest wykonana z aluminium „Satinato”, stopu magnezowo-aluminiowego (Peraluman), o tak gładkim wykończeniu powierzchni, że wyglądem przypomina stal nierdzewną i nie wymaga dodatkowych zabezpieczeń. Obecność magnezu w stopie sprawia, że obudowa chłodnicy odporna jest na uderzenia i korozję.

Odszranianie elektryczne chłodnic wersji „ED” odbywa się za pomocą grzałek wykonanych ze stali nierdzewnej o wulkanizowanych końcówkach.

Dane techniczne:

Wydajność dla odp. -10 C:	7,9 kW
Powierzchnia wymiany:	25 m ²
Ilość wentylatorów:	2 x 350 mm
Przepływ powietrza:	5000 m ³ /h
Rozstaw lamel:	8 mm
odszeranianie:	Grzałki elektryczne

Pełna karta katalogowa w załącznikach.

Budowa i działanie aparatury

Jak wspomniano we wstępie aparatura służy do zadawania wymuszeń termicznych w zakresie temperatur dodatnich do 82°C i ujemnych do -20°C działających na jedną stronę badanej fasady. Aparatura została zaprojektowana jako częściowo mobilna, tj. po badaniach można jej elementy zdjąć z badanej próbki. Możliwe jest umieszczenie elementów grzewczych i chłodzących od wewnętrznej (po uprzednim zaizolowaniu termicznym) jak i od zewnętrznej strony badanej fasady.

Aparatura działa w dwóch trybach pracy:

- grzania lub utrzymywania wysokiej temperatury;
- chłodzenia lub utrzymywania niskiej temperatury.

Do grzania wykorzystano zmodyfikowane nagrzewnice elektryczne o mocy grzewczej 15kW każda. Nagrzewnice są ponumerowane i każdą należy umieścić na odpowiedniej wysokości gdyż aparatura ma możliwość strefowej stabilizacji temperatury.

Do chłodzenia zaprojektowano do tego zastosowania agregat chłodniczy o mocy chłodzącej ok. 30kW. Wykonano go jako kompaktowy, zamocowany na jednej ramie element. Podczas cyklu grzania wymienniki ciepła powinny być usunięte z przestrzeni ogrzewanej.

Aparaturę wyposażono w 6 torów pomiaru temperatury służącej jako temperatury sterujące oraz 50 dodatkowych kanałów termoparowych do wykorzystania przez użytkownika. Przyjęto, że wszystkie termopary są typu K i takie ustawienia wpisano na stałe do kart pomiarowych. Możliwa jest w przyszłości ewentualna zmiana typu termopary. Podczas pomiaru uwzględniono poprawkę od temperatury złącza (tzw. zimnego końca) mierzona dwoma czujnikami TP100, oraz błędy wprowadzane przez przewody kompensacyjne. Podczas próby aparatura rejestruje wszystkie te pomiary ze stałą częstotliwością 1Hz.

Tryb nagrzewania

W opracowanym oprogramowaniu sterującym zaprogramowano trzy niezależne regulatory PI do sterowania poszczególnymi strefami grzania. Dla każdej strefy przewidziano po dwie termopary sterujące procesem. Są to:

- strefa górna – termopary TS1 i TS2 – od 66% do 100% wysokości próbki;
- strefa środkowa – termopary TS3 i TS4 – od 33% do 66% wysokości próbki;
- strefa dolna – termopary TS5 i TS6 – od 0 do 33% wysokości próbki.

Dla niskich próbek możliwe jest wyłączenie sterowania poszczególnymi strefami, dla maksymalnej wysokości wydaje się zasadne sterowanie wszystkimi trzema strefami.

Należy zwrócić uwagę by termopary sterujące były umieszczone na połowie wysokości ich stref. Termopary należy umieszczać w okolicach wlotu powietrza do nagrzewnicy. Umieszczenie ich w innym miejscu spowoduje niepoprawne sterowanie nagrzewnicami.

Do każdej strefy przewidziano również konkretne nagrzewnice. Do strefy dolnej: nagrzewnice 1 i 2., Do strefy środkowej nagrzewnica 3 i do strefy górnej nagrzewnica 4.

Nagrzewnice są to zmodyfikowane handlowe nagrzewnice 15kW. Modyfikacja polegała na umożliwieniu zdalnego sterowania zespołami grzałek oraz niezależne wbudowanymi wentylatorami, dostosowaniu ich do pracy w temperaturze do 100°C i wprowadzeniu zabezpieczeń termicznych przed przegrzaniem. Nagrzewnice strefy dolnej (1 i 2) posiadają przewody doprowadzające o długościach 10m, strefy środkowej (3) o długości 15m zaś strefy górnej (4) o długości 20m.

Każda z nagrzewnic zakończona jest wtykiem trójfazowym, który należy przyłączyć do odpowiedniego gniazda na rozdzielnicy.

Widok zespołu gniazd pokazano na zdjęciu obok.

Podczas budowy izolowanej obudowy wokół zewnętrznej części fasady należy przewidzieć otwór na wyprowadzenie przewodów do nagrzewnic.

Z każdej nagrzewnicy wychodzą też przewody sterujące o identycznych długościach jak zasilające. Należy je włączyć do gniazd przemysłowych umieszczonych w górnej części rozdzielnicy.



Tryb chłodzenia

Do chłodzenia przewidziano kompaktowy autonomiczny agregat chłodniczy.

Do oszacowania mocy cieplnej przyjęto następujące założenia:

1. Wymiary wewnętrzne komory: 6x2x10m.
2. Rodzaj oraz grubość termoizolacji ścian: płyty a z pianki poliuretanowej 5cm.
3. Przyjęto przenikalność badanej fasady na poziomie 1 W/m²*K.
4. Docelowa temp. w komorze: -20°C.
5. Rodzaj wsadu w komorze: konstrukcja stalowa wewnątrz ma około 1 tony, dużo mostków cieplnych.
6. Czas schładzania wsadu do żądanej temperatury: 1h.
7. Całość szczelna i zamknięta podczas chłodzenia.

Dobór urządzeń został dokonany na podstawie powyższych danych. Przyjęto do obliczeń, że początkowa temperatura w komorze wynosi +35°C. Termoizolacja trzech ścian komory, sufitu i posadzki posiada grubość 50mm i jest wykonana z płyty poliuretanowej. Przyjęto, że komora dostawiona do fasady jest uszczelniona termicznie. Końcową temp. w komorze przyjęto na -20°C. Dla obliczonego zapotrzebowania, po przewymiarowaniu układu o 80% (na nie określone obciążenie cieplne) wyszedł wynik 24,5k.

W mocy chłodniczej przy odparowaniu czynnika na poziomie -28°C.

Ostatecznie dobrano agregat o mocy chłodzącej 30kW. Wykonany agregat jest jednostką autonomiczną posiadającą wszystkie zabezpieczenia i ustawioną na stałą temperaturę końcową komory -18°C. Po włączeniu wyłącznikiem krzywkowym na rozdzielnicy agregat mierzy temperaturę wlotową do wymienników i sam dobiera moc chłodzącą.

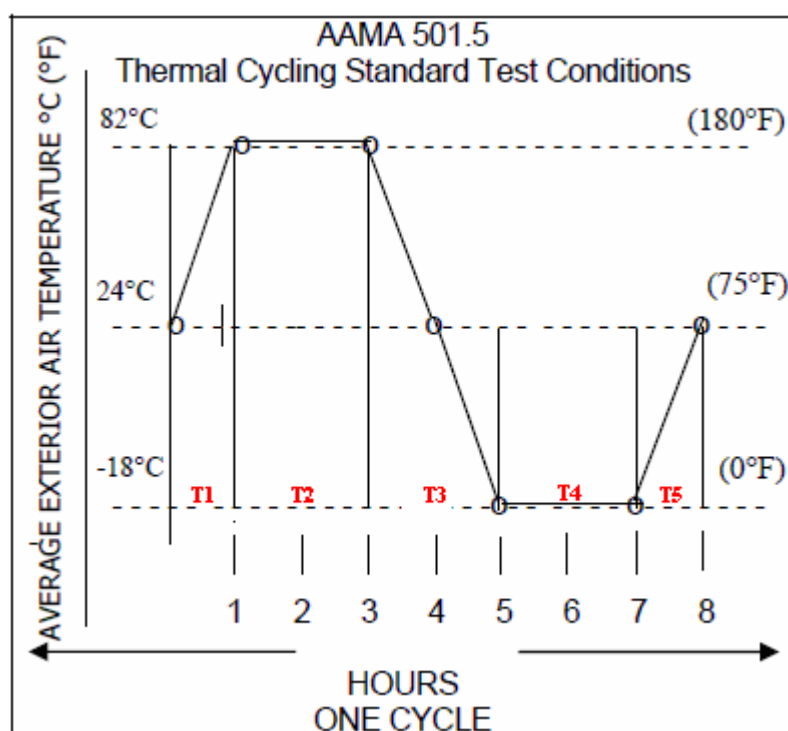
Nie wolno włączać agregatu gdy temperatura wokół wymienników (chłodnic) jest większa niż 35°C. Przed rozpoczęciem cyklu chłodzenia należy przedmuchać komorę do tej temperatury.

Temperatura przechowywania wymienników (chłodnic) wynosi 75°C. Przy próbach grzania do wyższej temperatury należy usunąć wymienniki z komory, w przeciwnym razie mogą zostać uszkodzone.

Agregat do rozdzielnic podłącza się jednym przewodem zasilającym.

Próba badawcza wg AAMA 501-5

Norma 501-5 przewiduje wykonanie jednego cyklu grzania i chłodzenia o określonych wartościach temperatur i czasach dojścia i wytrzymania. Na poniższym rysunku przedstawiono taki cykl z zaznaczonymi przedziałami czasowymi od T1 do T5.



Poniżej scharakteryzowano działanie aparatury w poszczególnych przedziałach:

T1 – dojście do temperatury maksymalnej

Czas dojścia - 1h, temperatura maksymalna 82°C.

Aggregat powinien być usunięty z komory grzewczej, zaś otwór po nim zaślepiiony. Automatyka włącza wszystkie wentylatory nagrzewnic z wybranych stref mają one za zadanie wyrównanie temperatur w całej komorze. Grzałki z wybranych stref włączane są w taki sposób aby zbliżyć się do zadanego przebiegu temperatury.

Pod koniec przedziału powinna ona osiągnąć wartość 82°C.

T2 – wytrzymanie w temperaturze maksymalnej

Czas przedziału - 2h, temperatura maksymalna 82°C.

Aggregat usunięty z komory grzewczej, otwór po nim zaślepiiony.

Wszystkie wentylatory nagrzewnic włączone na stałe dla wyrównania temperatur.

Grzałki z wybranych stref włączane są w taki sposób aby temperatura wynosiła 82°C.

T3 – dojście do temperatury minimalnej

Czas dojścia - 2h, temperatura minimalna -18°C.

Przewidziano, że zejście z temperatury maksymalnej do 35°C nastąpi poprzez wydmuch. Do komory należy podłączyć wylot silnego wentylatora np. z zespołu wymuszającego

0224.0.1.2000 i wydmuchać gorące powietrze. Po osiągnięciu temperatury 35°C lub mniejszej należy zakończyć wydmuchiwanie, zdjąć płytę zaślepiającą i w jej miejsce wsunąć chłodnicę agregatu, a następnie go włączyć zgodnie z komunikatem na ekranie komputera.

Agregat z maksymalną wydajnością powinien wychłodzić komorę do temperatury -18°C.

Wszystkie wentylatory wybranych stref są przez cały czas trwania przedziału włączone. Nagrzewnice – wyłączone. Na czas wstawiania agregatu można zatrzymać rejestrację danych pomiarowych przyciskiem PAUZA.

T4 – wytrzymanie w temperaturze minimalnej

Czas przedziału - 2h, temperatura minimalna -18°C.

Agregat w komorze. Wszystkie wentylatory nagrzewnic włączone na stałe dla wyrównania temperatur. Grzałki nagrzewnic wyłączone. Agregat stabilizuje temperaturę na stałym poziomie -18°C.

T5 – dojście do temperatury pokojowej

Czas dojścia - 1h, temperatura końcowa 24°C.

Agregat pozostaje w komorze, zgodnie z komunikatem na ekranie należy go wyłączyć. Wentylatory włączone. Grzałki z wybranych stref włączane są w taki sposób aby powoli podnieść temperaturę do wartości końcowej 24°C w czasie jednej godziny po czym cykl jest wyłączany.

Jeśli próba jest wykonywana wewnątrz komory (od wewnętrznej strony fasady) – należy umieścić agregat na szynach zamontowanych w testroomie 6x10, zaizolować ścianki testroomu pianką poliuretanową o grubości 50mm i wstawić do wewnątrz nagrzewnice z termopary sterujące zgodnie z opisem w rozdziale TRYB GRZANIA.

Jeśli próba jest wykonywana na zewnątrz komory (od zewnętrznej strony fasady) należy obudować fasadę dodatkową lekką komorą również zaizolowaną pianką poliuretanową 50mm. Na dole lekkiej komory należy zostawić otwór na wsunięcie wymienników ciepła (chłodnic) o wymiarach nie mniejszych niż 2640x1322. Przy grzaniu do temperatury większej niż 75°C otwór ten należy zaślepić płytą. Głębokość lekkiej komory powinna być większa niż 1.4m. Należy też przewidzieć przepust na przewody do nagrzewnic i termopary sterujące.

Przez cały czas trwania próby można obserwować na ekranie komputera wartość temperatury zadanej i temperatur w poszczególnych strefach. Można też zmierzone wartości umieścić na rysowanym na bieżąco wykresie.

Elementy pomiarowe

Poza termoparami sterującymi aparatura umożliwia też pomiar 50 niezależnych kanałów temperatury. Wykorzystano termopary typu K zakończone przylgą z otworem $\varnothing 6$. Termoparę taką można przykręcić do badanej powierzchni lub przykleić taśmą.

Termopary są ponumerowane od 1 do 50. Pierwsze 25 (termopary od 1 do 25) posiada przewód kompensacyjny o długości 10m, zaś pozostałe (termopary od 26 do 50) posiadają przewód o długości 15m. Przewody kompensacyjne można dowolnie zmieniać, należy tylko pamiętać o uwzględnieniu jego oporności w parametrach programu.

Termopary pomiarowe włącza się do dedykowanego gniazda na bocznej stronie rozdzielnicy – zdjęcie obok. Numery gniazd i termopar odpowiadają numerom pomiarów w programie. Pomiary z tych termopar nie biorą udziału w sterowaniu podczas próby, są one rejestrowane i zapisywane do pliku w celu późniejszej analizy.



Układ elektryczny

Wszystkie elementy elektryczne i przetworniki pomiarowe zamontowano w rozdzielnicy umieszczonej na przesuwnej ramie stalowej.

Na ścianie czołowej umieszczono wyłącznik główny, wyłącznik bezpieczeństwa, wyłącznik agregatu oraz dwie kontrolki:

- zasilanie – kolor zielony;
- awaria – kolor czerwony;

Kontrolka ZASILANIE sygnalizuje podanie napięcia na układy. Kontrolka AWARIA świeci się przy wciśnięciu wyłącznika bezpieczeństwa.

Wewnątrz rozdzielnicy znajdują się układy automatyki realizujące podstawowe funkcję sterowania, takie jak odpowiednie włączanie nagrzewnic, kontrola nad zabezpieczeniami oraz pomiary temperatur.



Aparaturę można uruchomić tylko z załączonego programu – nie przewidziano trybu pracy autonomicznej. Rozdzielnica zasilana jest kablem ruchomym giętkim o długości 12m. Pełny schemat elektryczny stanowiska w załącznikach.

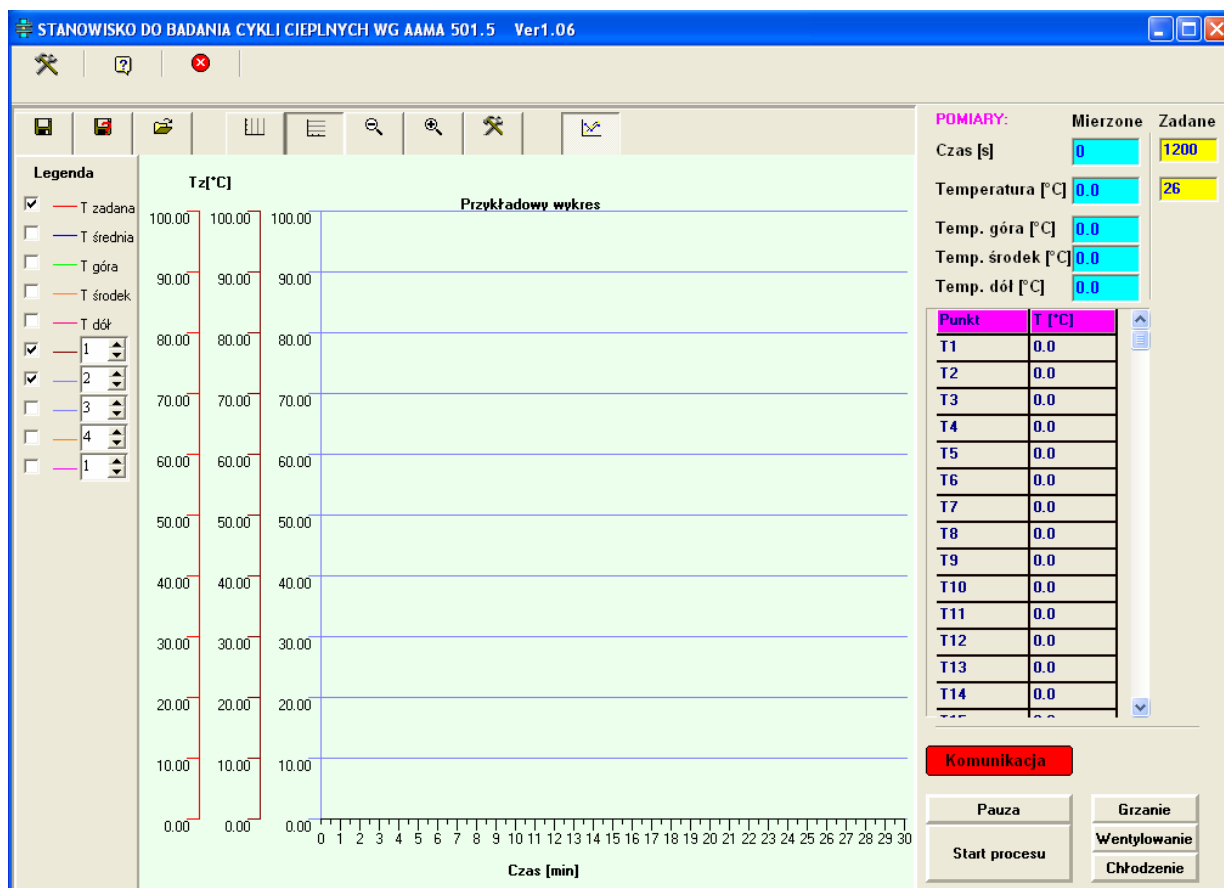
Z prawej strony rozdzielnicy znajduje się gniazdo do podłączenia kabla komunikacyjnego do sterowania, podłączanego do komputera PC.

Opis programu CYKLE

Okno główne

Po podłączeniu układu elektrycznego do komputera poprzez złącze USB należy uruchomić program CYKLE.EXE zamieszczony na dysku komputera.

Okno widoczne na ekranie wygląda jak na rysunku poniżej:



W górnym pasku wyboru dostępne są szczegółowe ustawienia programu („Parametry”), opis ogólny („Opis”) i klawisz wyjścia („Wyjście”).

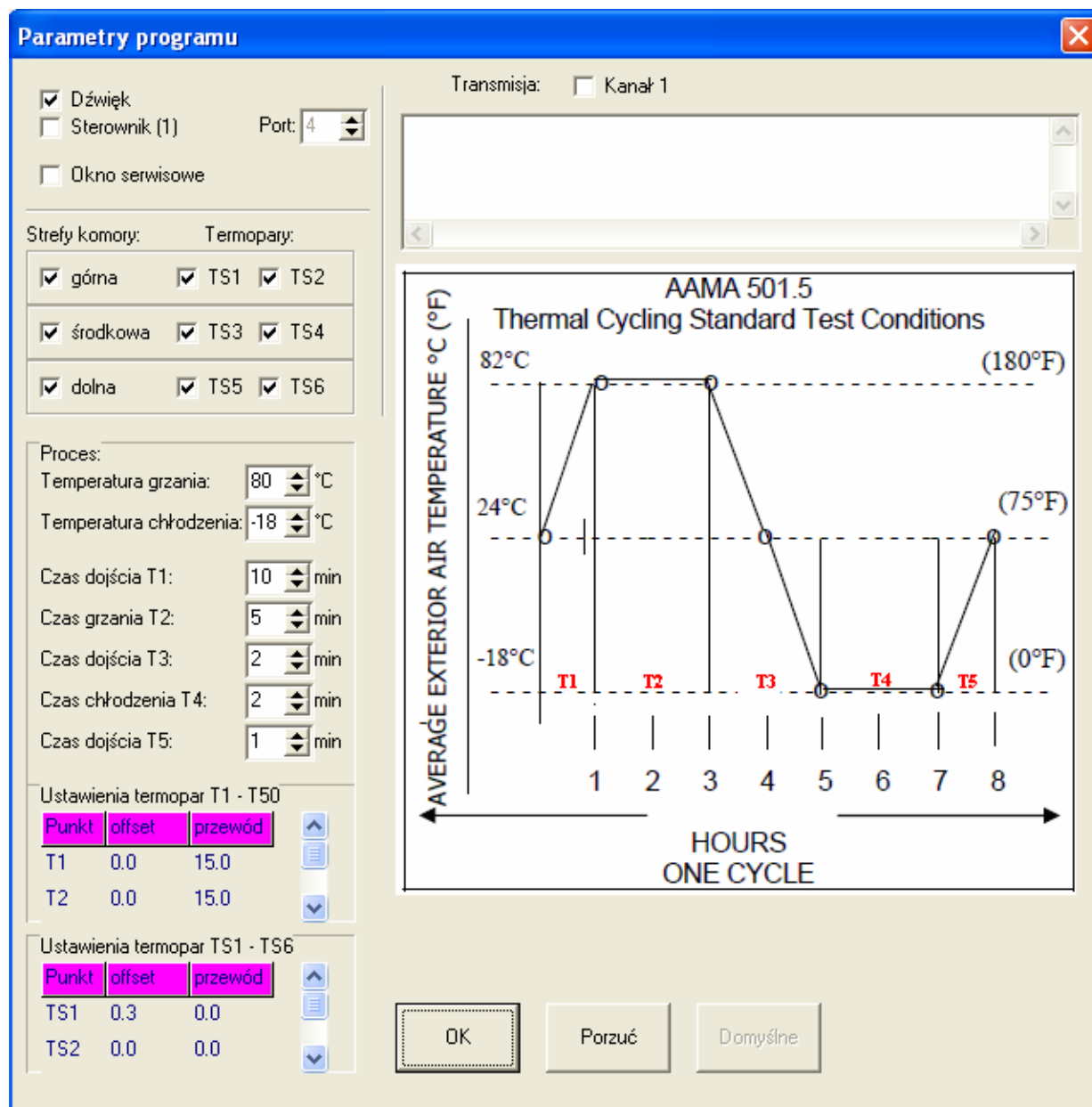
Poniżej widoczny jest panel związany z wykresem, zaś z prawej strony zaprojektowano panel związany ze sterowaniem i pomiarami.

W dalszej części opisu omówione zostaną szczegółowo te elementy.

Parametry

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

Okno parametrów wygląda jak na rysunku poniżej:



Część funkcji w tym oknie są to funkcje serwisowe służące do kalibracji poszczególnych termopar. Niepoprawna zmiana tych nastaw spowoduje błędne wskazania czujników temperatury. Część nastaw związana jest z programowaniem cyklu termicznego a część to parametry ogólne zmieniające działanie programu.

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 tego parametru należy restartować program.

Port – 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.

W polu „transmisja” można włączyć podgląd danych z kanału transmisji szeregowej.

W części związanej z kalibracją termopar uwzględniono dwa okna: do kalibracji termopar sterujących TS1 do TS6 oraz do kalibracji termopar pomiarowych T1 do T50.

Dla każdej termopary należy określić dwa parametry: długość przewodu kompensacyjnego i offset. Długość przewodu podaje się go w polu „przewód” jako wartość w metrach z zaokrągleniem do pełnych jednostek. Pole „offset” służy do przesunięcia wskazań danej termopary o dowolną stałą wartość. Podaje się ją z dokładnością do 0.1°C.

Pozostałe parametry służą do konfigurowania procesu/cyklu grzania i chłodzenia.

Aparatura umożliwia sterowanie trzema strefami komory, Są to strefa górna, środkowa i dolna. W tej części parametrów możliwe jest dowolne konfigurowanie sterowania tymi strefami. Np. włączenie sterownia tylko stref dolnej i środkowej, albo tylko dolnej.

Jest to przydatne dla komór mniejszych niż maksymalna.

Przy konfigurowaniu sterowania strefami należy pamiętać, że moc grzewcza strefy dolnej wynosi aż 30kW, zaś stref środkowej i górnej po 15kW.

Do każdej strefy przypisane są konkretne numery termopar, jak widać na powyższym zdjęciu. Przewidziano do dwóch termopar na strefę. W tej części parametrów można je dowolnie wybierać pamiętając, że długości przewodów pomiarowych wynoszą odpowiednio: dla termopar strefy dolnej 5m, dla termopar strefy środkowej 10m, a dla termopar strefy górnej 15m. Przy wyborze obu termopar, jako temperatura strefy brana jest temperatura średnia z obu termopar. Aparatura poza pomiarami kontroluje też obecność termopary, jeśli zostanie wykryte uszkodzenie polegające na przerwaniu przewodu pola wyboru uszkodzonej termopary zostaną podświetlone na czerwono, zaś w górnej części programu wyświetlony zostanie odnośny komunikat.

Cykl termiczny został podzielony na pięć przedziałów. Są to:

T1 – dojście do temperatury maksymalnej

T2 – wytrzymanie w temperaturze maksymalnej

T3 – dojście do temperatury minimalnej

T4 – wytrzymanie w temperaturze minimalnej

T5 – dojście do temperatury otoczenia

W tej części parametrów możliwe jest ustawienie czasów każdego przedziału. Podaje się je w minutach.

Dla klasycznej próby wg AAMA 501-5 czasy te wynoszą odpowiednio: 60, 120, 120, 120, 60.

W szczególności możliwe jest wyłączenie każdego przedziału poprzez wpisanie czasu 0.

Jeśli np. wymagane jest wykonanie tylko cyklu chłodzenia należy w przedziałach T1 i T2 wpisać 0.

Program umożliwia też definiowanie temperatury maksymalnej i minimalnej cyklu w parametrach określanych jako temperatura grzania i temperatura chłodzenia. Dla klasycznej próby wg AAMA 501-5 temperatury te wynoszą odpowiednio 82°C i -18°C.

Taki sposób określania parametrów wydaje się być uniwersalny i umożliwiający tworzenie w miarę dowolnych cykli termicznych.

O programie

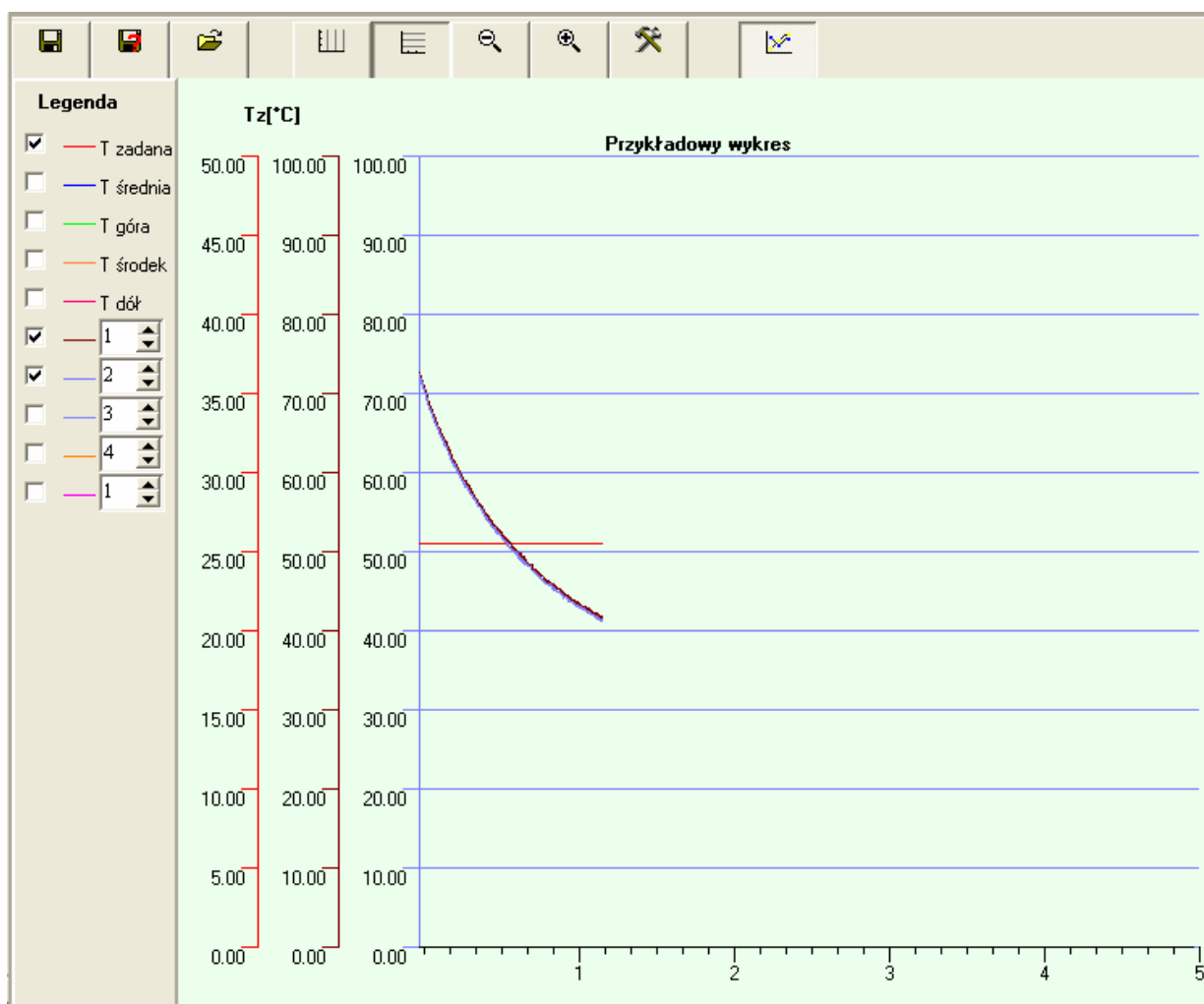
Funkcja pokazuje okno z podstawowymi informacjami o programie i urządzeniu.

Wyjście

Funkcja ewentualne procesy grzania i bezpiecznie wyłącza program.

Panel wykresu

Panel ten służy do zobrazowania przebiegu wykonywanej próby. Z lewej strony wykresu umieszczono legendę z możliwością wyboru obserwowanego parametru. Można wyświetlić do dziesięciu przebiegów na raz, przy czym pierwsze pięć jest zdefiniowane na stałe. Są to: temperatura zadana, odczytana – średnia oraz temperatury z poszczególnych przedziałów. Ostatnie pięć przebiegów użytkownik może dowolnie podglądać wpisując numer kanału pomiarowego od 1 do 50.



Górne pole wyboru nad wykresem zawiera podstawowe funkcje związane z rysowaniem i zarejestrowanymi danymi.



Zapis danych

Po naciśnięciu tej ikonki wszystkie zarejestrowane dane są zapisywane do pliku o nazwie: „Daneyymmddhhnn.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”.



Zapis danych pod dowolną nazwą

Po naciśnięciu otworzy się okno dialogowe umożliwiające wpisanie nazwy pliku do archiwizacji danych.



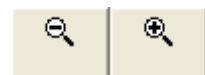
Odczyt danych

Po naciśnięciu otworzy się okno dialogowe umożliwiające wybór pliku danych do wczytania.



Siatka X i Siatka Y

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

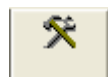


Zmniejsz i Zwiększ

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:

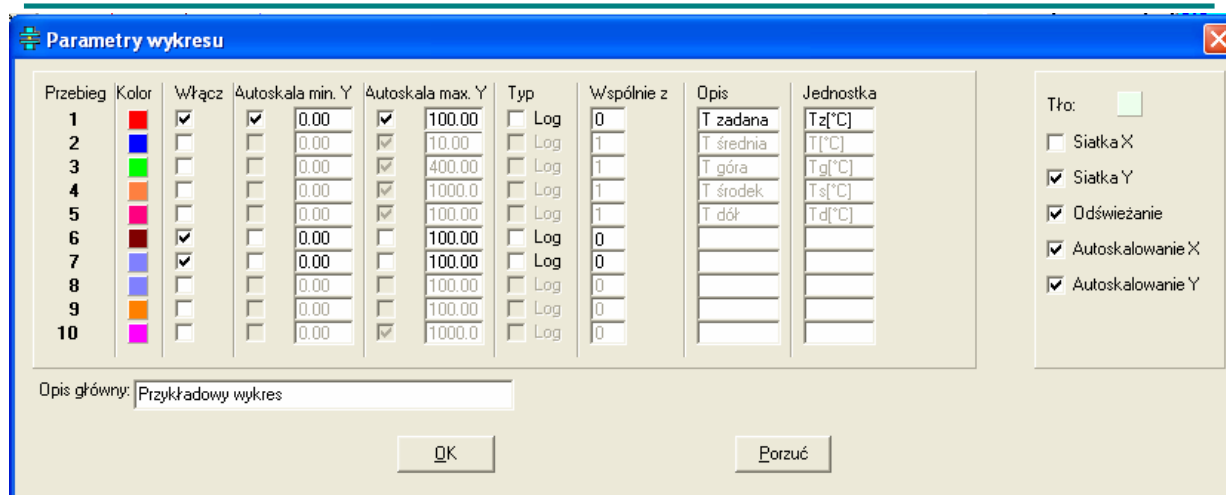
- 10h
- 5h
- 2h
- 1h
- 30min
- 10min
- 6min
- 3min
- 1min

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	☒	☒ 0.00	☒ 100.00	☐ Log	0	T zadana	Tz[*C]
2	Blue	☐	☐ 0.00	☒ 10.00	☐ Log	1	T średnia	T[*C]
3	Green	☐	☐ 0.00	☒ 400.00	☐ Log	1	T góra	Tg[*C]
4	Orange	☐	☐ 0.00	☒ 1000.0	☐ Log	1	T środek	Ts[*C]
5	Pink	☐	☐ 0.00	☒ 100.00	☐ Log	1	T dół	Td[*C]
6	Brown	☒	☐ 0.00	☐ 100.00	☐ Log	0		
7	Purple	☒	☐ 0.00	☐ 100.00	☐ Log	0		
8	Light Blue	☐	☐ 0.00	☐ 100.00	☐ Log	0		
9	Orange	☐	☐ 0.00	☐ 100.00	☐ Log	0		
10	Pink	☐	☐ 0.00	☒ 1000.0	☐ Log	0		

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 wykresaniu 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.



Program umożliwia rysowanie tylko wykresów czasowych.

Panel pomiarów i sterowania

W prawej części ekranu umiejscowiono wszystkie pola pomiarowe i przyciski sterujące związane z realizowanym cyklem pomiarowym.

W programie przyjęto konwencję taką, że na niebieskim tle wyświetlane są wartości mierzone, zaś na żółtym zadawane. Wartości zadane wpisywane są w odpowiednie okna automatycznie podczas przebiegu próby.

Przykładowy wygląd panelu przedstawiono na rysunku obok.

Temperatura góra, środek i dół są to uśrednione temperatury w poszczególnych strefach mierzone termoparami sterującymi TS1 do TS6.

Temperatura jest to średnia temperatura z włączonych stref.

Punkty pomiarowe są to temperatury z termopar od T1 do T50 nie biorące udziału w sterowaniu. Użytkownik może podłączyć dowolną ilość termopar pomiarowych. W kanałach nie podłączonych wartość odczytu wynosić będzie 0.

Program na bieżąco kontroluje też obecność termopary, jeśli zostanie wykryte uszkodzenie polegające na przerwaniu przewodu odpowiednia informacja zostanie wstawiona w tych polach zamiast wartości temperatury.

Odświeżanie wszystkich pomiarów następuje co 0.5s.

Przyciski sterujące

W prawym dolnym rogu umieszczono wszystkie przyciski sterujące związane z próbą termiczną.

W wersji testowej przyciski: GRZANIE, WENTYLOWANIE i CHŁODZENIE są aktywne i włączają proces odpowiednio grzałki, wentylatory i symulację chłodzenia. Możliwe jest więc dzięki nim ręczne lub półautomatyczne włączanie poszczególnych sterowań.

Po testach aktywność tych przycisków zostanie wyłączona i będą miały tylko funkcję kontrolną.

POMIARY:		Mierzone	Zadane
Czas [s]	0		1200
Temperatura [°C]	0.0		26
Temp. góra [°C]	0.0		
Temp. środek [°C]	0.0		
Temp. dół [°C]	0.0		

Punkt	T [°C]
T1	0.0
T2	0.0
T3	0.0
T4	0.0
T5	0.0
T6	0.0
T7	0.0
T8	0.0
T9	0.0
T10	0.0
T11	0.0
T12	0.0
T13	0.0
T14	0.0

Komunikacja	
Pauza	Grzanie
Start procesu	Wentylowanie
	Chłodzenie

Przycisk START PROCESU

Przycisk START PROCESU uruchamia uprzednio zdefiniowany cykl cieplny. Po włączeniu zerowany jest licznik czasu, i uruchamiana rejestracja pomiarów. Włącza się też rysowany na bieżąco wykres. Podczas próby kolor tego przycisku zmienia się na zielony.

Przerwanie próby następuje albo automatycznie, po osiągnięciu określonego czasu lub po wystąpieniu stanu alarmowego.

Po wykonaniu próby należy pamiętać o zapisaniu zarejestrowanych danych (przyciski: „Zapis danych” lub „Zapis danych pod dowolną nazwą” na wykresie). Wyniki niezapisanej próby zostaną skasowane przy ponownym uruchomieniu kolejnej próby lub przy wyjściu z programu.

Przycisk PAUZA

W programie umożliwiono czasowe wstrzymanie przebiegu próby cieplnej np. dla wsunięcia agregatu chłodniczego. W tym celu bez wyłączania procesu należy wcisnąć przycisk PAUZA. Zostanie on podświetlony na czerwono, program zaś wstrzyma naliczanie czasu i rejestrację danych. Ponowne naciśnięcie przycisku odblokowuje zegar.

Komunikat KOMUNIKACJA

Komunikat informacyjny KOMUNIKACJA widoczny jest zawsze i informuje o nawiązaniu poprawnego połączenia ze sterownikiem PLC zarządzającym procesem. Jeśli napis jest widoczny na czerwonym polu znaczy to brak komunikacji. Napis na zielonym polu – komunikacja poprawna.

Struktura pliku danych.

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

- Data zapisu;
- Czas próby;

Dalej następują poszczególne dane pomiarowe w kolejności:

- numer rekordu danych;
- czas;
- temperatura zadana [°C];
- temperatura średnia komory [°C];
- temperatura średnia strefy górnej [°C];
- temperatura średnia strefy środkowej [°C];
- temperatura średnia strefy dolnej [°C];
- temperatura kanału pomiarowego T1 [°C];
- ...
- temperatura kanału pomiarowego T50 [°C];

Włączanie i wyłączanie rejestracji danych procesu odbywa się automatycznie poprzez włączenie przycisku próby (START PROCESU). Wszystkie powyższe wartości pomiarowe zapisywane są z interwałem czasowym równym 1s.

Instrukcja użytkowania

Instrukcja bezpieczeństwa i higieny pracy

Urządzenie powinno być ustawione 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 czasie pracy urządzenia nie wolno dotykać żadnych części ruchomych. Na czas dłuższej przerwy w pracy należy wyjąć wtyczkę z gniazda. Podobnie należy postąpić w przypadkach przerw spowodowanych brakiem prądu. Wszelkie prace łączeniowe należy wykonywać przy wyłączonym stanowisku.

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

Instrukcja obsługi.

Czynności niezbędne do wykonania poprawnie zarejestrowanej próby:

1. Przygotować komorę zewnętrzną opisu, zamontować nagrzewnice na odpowiednich poziomach i umieścić termopary sterujące i pomiarowe. Uszczelnić całość termicznie.
2. Włączyć aparaturę wyłącznikiem krzywkowym.
3. Włączyć komputer oraz uruchomić program CYKLE.EXE.
4. Po zdefiniowaniu parametrów próby włączyć przycisk START PROCESU.
5. W odpowiednim momencie (komunikat na ekranie) przedmuchać komorę, wsunąć wymiennik agregatu i włączyć agregat wyłącznikiem krzywkowym. Jeśli czynności te wymagają więcej czasu zastopować licznik czasu przyciskiem PAUZA.
6. Po zakończeniu cyklu chłodzenia wyłączyć agregat wyłącznikiem krzywkowym (komunikat na ekranie)
7. Po automatycznym wyłączeniu próby zapisać dane przyciskiem ZAPIS DANYCH.
8. Dla zakończenia działań wyłączyć program, komputer i zasilanie aparatury.

Załączniki

Dokumentacja towarzysząca

Spis rysunków technicznych:

0224.0.3.5001	Układ sterowania
0224.0.3.5002	Układ sterowania cd.

Karty katalogowe, instrukcje obsługi i świadectwa wzorcowania ważniejszych podzespołów.

Czynności okresowe:

- brak