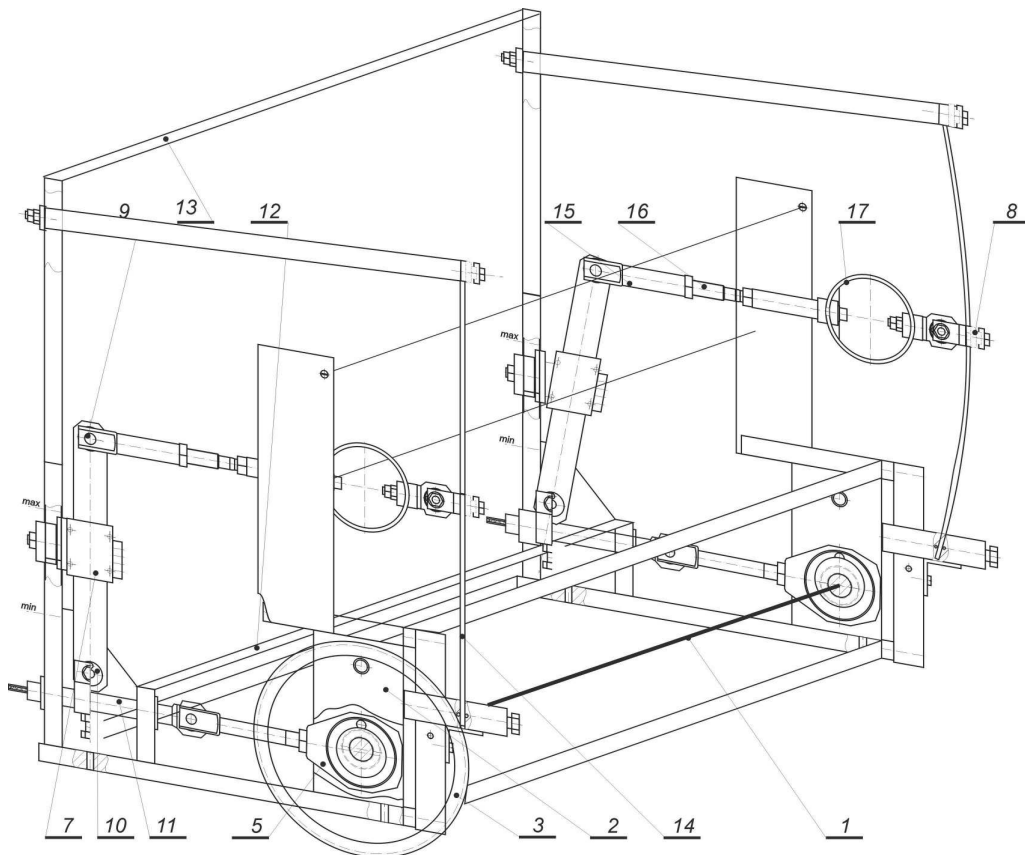


9. Stanowiska badawcze

9.1. Stanowisko do badań zmęczeniowych

Badania zmęczeniowe przeprowadzono na urządzeniu zaprojektowanym i wykonanym w Zakładzie Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych Instytutu Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych Politechniki Śląskiej. Schemat urządzenia pokazano na rysunku 9.1. Na schemacie, dla zwiększenia czytelności zasady działania, przedstawiono dwa układy mocowania próbek. W rzeczywistości urządzenie było wyposażone w cztery niezależne układy mocowania próbek.



Rysunek 9.1. Schemat urządzenia do badań zmęczeniowych kompozytów

Stanowisko badawcze (rys. 9.1) osadzono na sztywnej podstawie. Głównym elementem zespołu napędowego był wał napędowy *1*. Wał napędowy osadzony był w trzech węzłach łożyskowych *2*.

Węzeł łożyskowy składa się z obudowy, w której osadzone jest łożysko kulkowe. Na końcu wału umieszczono koło pasowe *3*. Przekładnia pasowa, ze względu na swoją charakterystykę i własności, służy do elastycznego przeniesienia napędu z silnika elektrycznego, poprzez koła pośrednie na wał. Na wale napędowym umieszczono cztery mimośrodowo przesunięte w fazie o 90°. Głównym elementem zespołu mimośrodowo jest obudowa *5* mimośrodowo z osadzonym łożyskiem kulkowym i przykręconym popychaczem mimośrodowo *6*.

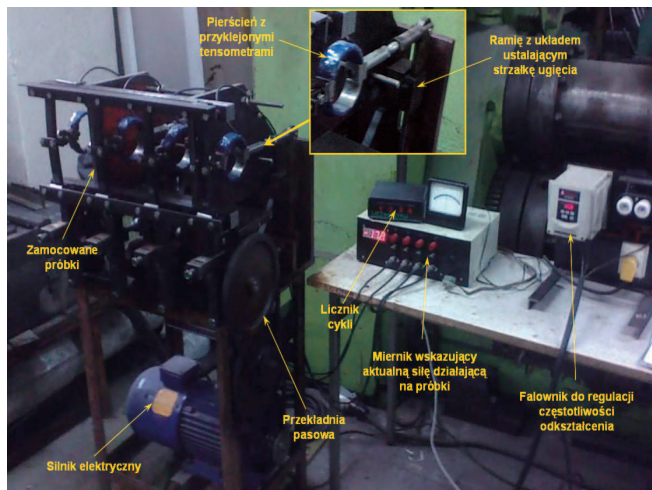
Zespół zginająco-pomiarowy składa się z układu ramienia *7* i popychaczy, połączonych czopami *9*, a w samym ramieniu czopami i łożyskami wahliwymi *10*. Dolna część układu składa się z połączonych popychaczy mimośrodowo *6*, popychaczy *11* poruszających się w płycie *12*, *13*, następnie poprzez układ ramienia *7* ustalającego strzałkę ugięcia próbek *14* do części górnej. Górna część układu składa się z popychaczy *15*, łączników *16*, układu czujników *17* tensometrycznych i chwytaków próbek *8*, w które mocowane są próbki.

Urządzenie do badań wyposażone było w układy pomiaru siły i sterowania napędem. Zmodyfikowany system napędowy urządzenia umożliwia wielokrotne zginanie próbek w cyklu wahadłowym. Maszyna ma płynną regulację amplitudy odkształcenia (w zakresie strzałki ugięcia f od 1 do 10 mm). Napęd urządzenia realizowany był za pomocą silnika elektrycznego sterowanego falownikiem. Stanowisko wyposażono w siłomierze w postaci pierścieni sprężystych z naklejonymi tensometrami w układzie pełnego mostka tensometrycznego, połączonymi z miernikiem elektrycznym. Pomiar siły realizowano niezależnie dla każdego układu mocowania próbki. Do miernika elektrycznego podłączono liczniki zliczające liczbę cykli. Po ewentualnym zniszczeniu próbki licznik cykli danego układu mocowania był zatrzymywany i rejestrowano liczbę zrealizowanych cykli. Urządzenie przystosowano do współpracy z komputerem poprzez kartę analogowo-cyfrową. Widok stanowiska z układem pomiarowym przedstawiono na rysunku 9.2.

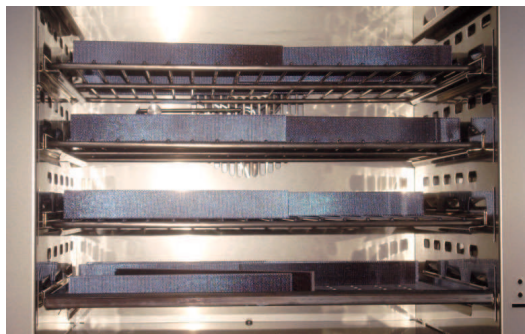
9.2. Stanowisko do badań degradacji cieplnej

Degradację cieplną przeprowadzono w trzech specjalistycznych komorach cieplnych typu SLW 53 STD produkcji Pol-Eko-Aparatura Sp.J. Wodzisław Śląski z wymuszonym obiegiem powietrza. W celu umożliwienia swobodnego przepływu powietrza między próbkami

i równomiernego ich nagrzewania próbki ustawiono na siatkowych półkach w odległości min. 2 cm (rys. 9.3).



Rysunek 9.2. Stanowisko do badań zmęczeniowych z układem pomiarowym

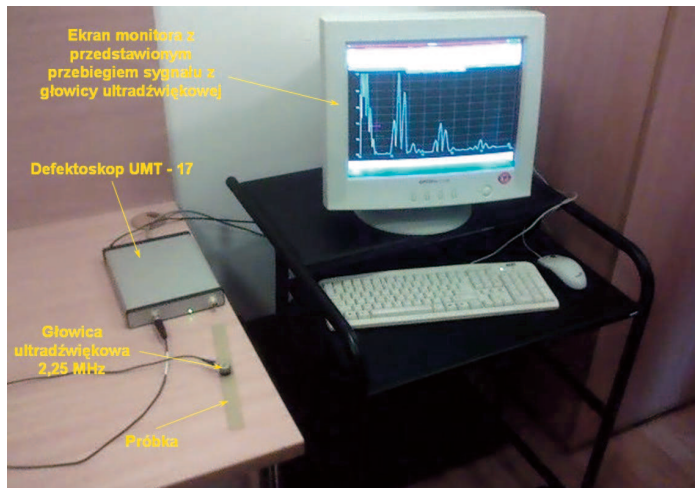


Rysunek 9.3. Ułożenie próbek w komorze cieplnej

9.3. Stanowisko do badań ultradźwiękowych

Badania ultradźwiękowe kompozytów przeprowadzono na stanowisku pomiarowym składającym się z: defektoskopu ultradźwiękowego UMT-17 produkcji firmy Ultramet. S.C.

w Radomiu, komputera klasy PC oraz głowicy ultradźwiękowej firmy Parametrics o częstotliwości 2,25 MHz [70]. Widok stanowiska do badań ultradźwiękowych przedstawiono na rysunku 9.4.



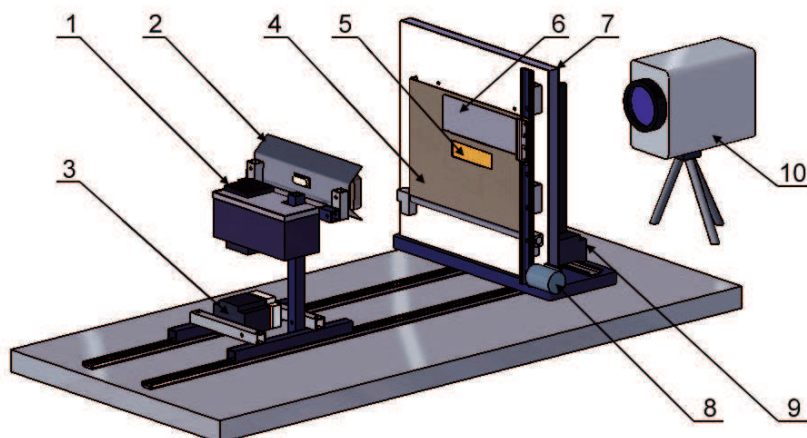
Rysunek 9.4. Stanowisko do badań ultradźwiękowych

9.4. Stanowisko do badań termowizyjnych

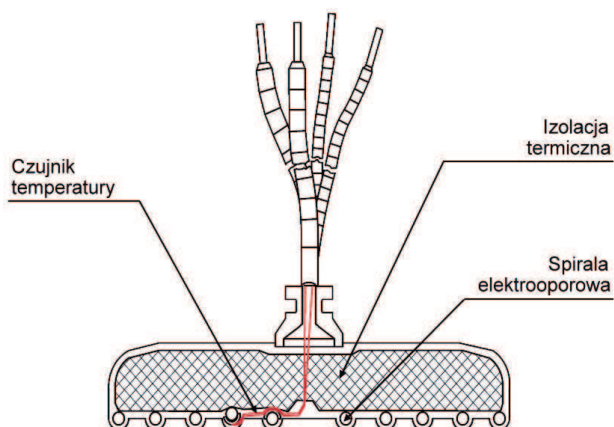
Stanowisko do badań zaprojektowano i zbudowano na podstawie wytycznych przedstawionych w normie PN-EN ISO 821-2:2002. Stanowisko składa się z trzech głównych układów funkcjonalnych: grzewczego, mocowania próbki i rejestracji temperatury. Zostało zaprojektowane i wykonane w ramach prac badawczych prowadzonych w Zakładzie Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych. Schemat stanowiska przedstawiono na rysunku 9.5.

Układ grzewczy, składający się m.in. z promiennika podczerwieni i regulatora temperatury, osadzono na platformie ruchomej umożliwiającej przemieszczanie całego układu względem prowadnic liniowych, prostopadłych do powierzchni próbki badanej. Rozwiązanie takie pozwalało na każdorazowe odsuwanie gorącego promiennika od układu mocowania próbki po zakończeniu procesu nagrzewania, a tym samym umożliwiało utrzymanie układu mocowania próbki w temperaturze otoczenia podczas prowadzonych badań. Układ ten zapewniał jednorodne warunki nagrzewania dzięki możliwości ustawienia odległości promiennika

podczerwieni od nagrzewanej próbki z dokładnością do 0,1 mm. Jako źródła wymuszenia cieplnego do nagrzewania próbek użyto płaskiego promiennika podczerwieni (rys. 9.6) o mocy 1200 W oraz długości emitowanej fali od 2 do 10 μm .



Rysunek 9.5. Schemat stanowiska do badań: 1 - regulator temperatury, 2 - promiennik podczerwieni, 3 - przełącznik z układem zabezpieczającym, 4 - przesłona czołowa stała, 5 - próbka badana, 6 - przesłona ruchoma, 7 - przegroda termiczna, 8 - napęd przesłony ruchomej, 9 - sterownik programowalny (PLC), 10 - kamera termowizyjna



Rysunek 9.6. Przekrój zastosowanego promiennika podczerwieni SHTS firmy Elstein

Układ mocowania próbki skonstruowano w taki sposób, aby zminimalizować przepływ ciepła pomiędzy uchwytem i próbką badaną. Zastosowanie przesłony czołowej z otworem o wymiarach mniejszych w stosunku do wymiarów próbki zapobiegało nagrzewaniu się boków próbki. W ten sposób jedynie czołowa strona próbki absorbowała promieniowanie impulsu, eliminując przy tym możliwość narażenia detektora podczerwieni na promieniowanie pochodzące z promiennika. Układ mocowania próbki wyposażono dodatkowo w przesłone ruchomą, służącą do zasłaniania czołowej strony próbki badanej po ustalonym czasie nagrzewania. Przesłona ruchoma, wykonująca ruchy w płaszczyźnie próbki, przemieszczana była za pomocą napędu liniowego sterowanego programowalnym sterownikiem typu PLC. Układ ten zapewniał powtarzalność czasu nagrzewania próbek z dokładnością około $\pm 0,1$ s.

Stanowisko do badań termograficznych przystosowane jest do rejestracji obrazów termowizyjnych na powierzchni próbki przeciwległej do powierzchni nagrzewanej. Stanowisko umożliwia stabilne i dokładne pozycjonowanie próbki oraz taki sam czas nagrzewania dla każdego pomiaru, zapewniając powtarzalność warunków badań. Zastosowanie osłony termicznej zapewnia kontrast temperatury po stronie rejestracji obrazu, jak i nagrzewanie powierzchni próbki bez jej krawędzi. Przesłona termiczna oraz badana próbka zostały pomalowane czarną farbą o współczynniku emisyjności równym około 0,95.

Zmiany temperatury na powierzchni próbek były rejestrowane kamerą termowizyjną („ThermaCAMTM SC640) produkcji „Flir Systems” (Szwecja), współpracującą z komputerem PC wraz z oprogramowaniem („Researcher Professional 2.9”). Kamera SC640, której użyto do badań, wyposażona jest w nowoczesną, niechłodzoną osnowę mikrobolometryczną FPA (Focal Plane Array) pracującą w rozdzielczości 640×480 pikseli w zakresie widma $7,5\text{-}13 \mu\text{m}$.

Kamera może pracować w trzech zakresach temperatury: od -40°C do 120°C , od 0 do 500°C , i od 300 do 2000°C . W każdym z tych zakresów istnieje możliwość elektronicznego zawężenia badanego zakresu temperatury do 1°C , co ułatwia interpretację uzyskanych wyników i zwiększa dokładność pomiaru.