

Opis przedmiotu zamówienia

D_aprtr1_DAQ_KURP

Przedmiotem zamówienia jest dostawa

Kompletny układ rejestracji parametrów na stanowisku do zgrzewania tarciovego

zawierający składniki sprzętowe do prowadzenia pomiarów, przetwarzania analogowych sygnałów pomiarowych na cyfrowe, transmisję danych do rejestratora oraz oprogramowanie do pozyskiwania, przetwarzania i składowania danych, stanowiący zamknięty system przeznaczony do zainstalowania na stanowisku badawczym

WPROWADZENIE

Zgodnie z założeniami projektu planowane próby zgrzewania będą wykonywane na prototypowym stanowisku badawczym, mającym charakter wydzielonego gniazda technologicznego. Celem jest doświadczalne sprawdzenie możliwości łączenia przedmiotów z miedzi o mikrostrukturze ultra drobnego ziarna. Jest to nowa klasa metalu, który nie jest jeszcze dostępny w handlu, a będzie wytworzony w ramach projektu. Dlatego zachowanie uzyskanego metalu w procesach technologicznych wymaga doświadczalnego sprawdzenia. Z powodu wielu niewiadomych układ rejestracji parametrów badanego procesu łączenia powinien być mocno rozbudowany, aby zarówno warstwie sprzętowej jak i od strony programowania, uzyskać daleko idącą swobodę w konfiguracji sesji pomiarowych.

Niniejszy opis zawiera szczegółowe informacje o wymogach w zakresie rejestrowania wartości parametrów technologicznych, charakterystycznych dla zgrzewania tarciovego. Analiza podanych informacji umożliwi dostawcy właściwe określenie specyfikacji technicznej wielokanałowego układu rejestrującego dane z procesu zgrzewania. Układ powinien mieć możliwość rejestrowania parametrów charakterystycznych zarówno dla fazy tarcia jak i fazy spęczania, typowych dla zgrzewania tarciovego doczołowego.

Charakterystyka przedmiotu zamówienia

Przedmiotem zamówienia będzie dostawa kompletnego wielokanałowego układu zbierania danych procesowych na prototypowej maszynie do zgrzewania. Dostarczone komponenty układu powinny mieć możliwość prawidłowej pracy we wszystkich fazach, które można wydzielić w schemacie technologicznym typowej operacji zgrzewania tarciovego. Mają również uwzględniać specyfikę prototypowego stanowiska badawczego oraz zapewnić łatwość integracji pozyskiwania danych z innymi systemami, jak np. system wizyjny, czy system obsługi termicznej.

Dostawca układu musi zagwarantować łatwość konfigurowania sesji pomiarowej dla wszystkich faz operacji zgrzewania, niezależnie od postaci użytego wsadu, jego składu chemicznego, czy budowy mikrostrukturalnej. Należy zwrócić uwagę, że szczególne wymagania będą dotyczyły procesu zgrzewania metali ultradrobnoziarnistych, w przypadku których przebieg procesu jest dużą niewiadomą. Wiadomo zaś, że operacja zgrzewania takiego metalu musi odbywać się z ekstremalnie dużymi energiami wyzwalanymi w bardzo krótkim czasie, a więc badany proces będzie odbywał się z dużymi mocami przy wydzielaniu

znacznej ilości ciepła. Wymagamy, aby w takich trudnych warunkach układ był w stanie prowadzić pozyskiwanie danych technologicznych

Dlatego dostawcy układu są zobowiązani do zapoznania się przeznaczeniem technologicznym poszczególnych osi roboczych stanowiska badawczego oraz z działaniem oprzyrządowania technologicznego, które jest wykorzystywane w przestrzeni roboczej. W czasie wszystkich prób odbiorczych dostarczonego układu, dostawca – wyłoniony w drodze przetargu nieograniczonego – powinien samodzielnie przygotować urządzenia technologiczne do przeprowadzenia testów. Obejmuje to nie tylko montaż aparatury pomiarowej na stanowisku, ale również elementów oprzyrządowania technologicznego.

Dostosowanie układu do rejestracji charakterystyk technologicznych różnych konfiguracji zgrzewania może być osiągnięte przez zastosowanie odpowiedniego zestawu czujników pomiarowych, właściwych dla prawidłowej oceny określonego typu procesu. Poniżej opisano podstawowe parametry zgrzewania tarciove, co umożliwi usystematyzować wiedzy nt. wielkości fizycznych podlegających pomiarom.

Charakterystyka zakresu zamówienia

W świetle powyżej określonego przedmiotu zamówienia, pod pojęciem – układ rejestracji parametrów (nazywany dalej w skrócie układem DAQ) na stanowisku do zgrzewania tarciove – należy rozumieć mikroprocesorowy system kontrolno-pomiarowy, do którego mogą być przyłączane czujniki pomiarowe w liczbie odpowiedniej dla wyczerpującego opisu przebiegu operacji zgrzewania zarówno w niezwykle krótko trwającej (czas trwania liczony w milisekundach) fazie tarcia, jak i stosunkowo długotrwałej fazie spęczania. W skład pojedynczego toru/kanału pomiarowego wchodzi czujnik właściwy dla pomiaru wielkości fizycznej, której ilościowe określenie w trakcie realizacji operacji zgrzewania jest niezbędne, oraz przyrząd pomiarowy stosowny do obsługi tego czujnika. Uzupełnieniem są czujniki dwustanowe, które umożliwią odpowiednie sterowanie przebiegiem pomiarów – wyzwolenie sesji pomiarowej lub jej zakończenie.

W budowie układu DAQ, konfiguracji torów pomiarowych i programowaniu przebiegu sesji pomiarowych należy uwzględnić wszystkie przepływy energii, niezbędne do prawidłowego realizowania funkcji technologicznych, przewidzianych dla każdej fazy procesu spajania. Jednym z celów niniejszego opisu jest dostarczenie danych służących dostawcom komponentów układu DAQ, wykonawcom torów pomiarowych oraz integratorom oprogramowania przy sporządzaniu ofert. Do kontaktów dostawców z wykonawcami niezbędne jest określenie podstawowych parametrów mierzonych podczas procesu zgrzewania.

Pomiary parametrów zgrzewania będą docelowo prowadzone na prototypowym stanowisku badawczym. Jednakże w czasie oczekiwania na jego uruchomienie układ będzie testowany na wypożyczonym stanowisku ze zgrzewarką przemysłową. Również w tych warunkach nastąpi odbiór układu, prowadzony według procedur opisanych w załączniku do tego dokumentu. Dlatego w dalszej części podana zostanie fizyczna charakterystyka mierzonych wielkości bez ich przypisania do określonych urządzeń technologicznych. Z uwagi na powyższe warunki odbioru układu rejestracji sformułowano dla dwóch typów urządzeń, mianowicie prototypowego stanowiska i stanowiska przemysłowego. Poniżej podano specyfikacje techniczne tych reprezentatywnych dla rodzaju planowanych badań urządzeń technologicznych, na których będą prowadzone pomiary i rejestracje demonstrujące przydatność dostarczonego sprzętu i oprogramowania.

URZĄDZENIA TECHNOLOGICZNE

Rejestracja wartości parametrów technologicznych ma być docelowo prowadzona na prototypowym stanowisku badawczym do zgrzewania. W celu ułatwienia prac badawczych, a zwłaszcza odbioru dostarczonego układu wielokanałowej rejestracji, przeanalizowano wszystkie potrzeby pomiarowe występujące w prototypowym stanowisku. Jednocześnie zebrano informacje o pomiarach i sygnałach kontrolno-sterujących, występujących w typowym gnieździe technologicznym zgrzewania tarciovego prowadzonego w warunkach przemysłowych. Na podstawie tych dwóch analiz wytypowano dwa rodzaje stanowisk technologicznych, na których dostarczony kompletny układ rejestracji parametrów powinien umożliwić pobieranie i zapis danych.

Stanowisko prototypowe

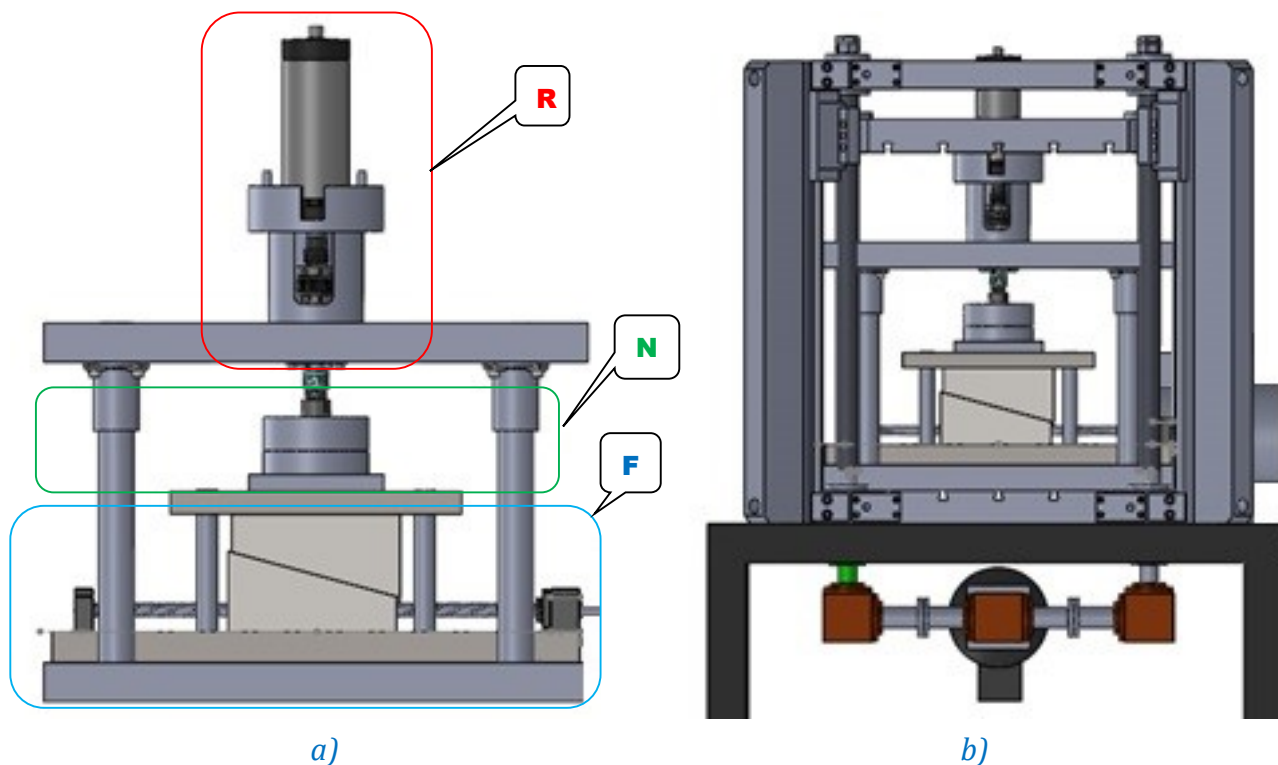
Na Rys. 1 przedstawiono modułowe urządzenie technologiczne przeznaczone do doczołowego zgrzewania tarciovego wsadów prętowych o nieznaczonej długości. Rys. 1a pokazuje prototypowe urządzenie konstrukcyjnie przystosowane do zgrzewania tarciovego. Rys. 1b zaś prezentuje to urządzenie zabudowane w uniwersalnej ramowej konstrukcji z przestawną poprzeczką. Modułowość urządzenia polega na tym, że można wymieniać jego poszczególne zespoły konstrukcyjne. Wymienne zespoły umożliwiają nie tylko zmianę konfiguracji oprzyrządowania technologicznego, ale również zmianę strategii sterowania przebiegiem zgrzewania, z czym wiąże się zmiana zestawu parametrów, które powinny być mierzone podczas zgrzewania. Konsekwencje zmiany strategii sterowania dla konfiguracji oferowanego układu pomiarowego zostaną przybliżone w dalszej części, przy omawianiu pomiarów na przemysłowym urządzeniu technologicznym. Prototypowe stanowisko badawcze, jako unikatowe, nie będzie szczegółowo prezentowane przed jego wykonaniem.

Największa liczba parametrów opisujących proces występuje przy zgrzewaniu wsadów prętowych prowadzonym w celu pozyskania danych do analiz energetycznych. W takim eksperymencie należy mierzyć zarówno wielkości mechaniczne jak i cieplne. Dlatego ten przypadek badawczy wybrano do sformułowania warunków odbioru dostarczonego układu rejestracji danych. Wspomniane warunki odbioru układu DAQ opisano w załączniku Zał. 1. Testy odbiorcze komputerowego układu pomiarowo-rejestrującego DAQ będą przebiegały zgodnie z opisanymi tam procedurami. Wynika z nich, że dostawcy układu DAQ są zobowiązani do zapoznania się przeznaczeniem technologicznym poszczególnych osi roboczych maszyny do zgrzewania oraz z działaniem oprzyrządowania technologicznego. Wyłoniony dostawca powinien podczas wszystkich prób odbiorczych samodzielnie przygotować wskazane urządzenie technologiczne do przeprowadzenia testów. Obejmuje to nie tylko montaż dostarczonych czujników, ale również oprzyrządowania technologicznego tak, aby zapewnić deklarowaną w ofercie skuteczność pomiarów.

W celu ułatwienia zrozumienia budowy modułowego urządzenia do zgrzewania poszczególne jego zespoły funkcjonalne oznaczono symbolami literowymi, do których w dalszej części opisu pojawią się liczne odwołania. W tabelicy 1 zamieszczono listę zespołów, podano ich przeznaczenie i przedstawiono krótką charakterystykę funkcji spełnianej przez dany zespół mechaniczny. Jak wspomniano, w przypadku prototypowego urządzenia technologicznego będą prezentowane tylko zespoły w jednej wybranej konfiguracji. Parametry pracy wszystkich konfiguracji będzie można odczytać po przestudiowaniu opisu przemysłowego urządzenia technologicznego, modernizowanego celem pozyskania wszystkich danych, potrzebnych do kompleksowego przebadania procesu zgrzewania tarciovego. W ostatniej rubryce tabelicy 1 wstawiono liczbę parametrów technologicznych, których wartości powinny być wyznaczone podczas pracy urządzenia do doczołowego zgrzewania tarciovego.

Na Rys. 1a, na tle modelu 3D zgrzewarki W2, wyodrębniono trzy moduły, nazwane dalej zespołami konstrukcyjnymi:

- zespół konstrukcyjny **R00** (mocowanie głowicy elektrowrzeciona z uchwytem przedmiotu ruchomego i jednoczesnym pomiarem jego prędkości obrotowej **n**)
- zespół konstrukcyjny **N00** (mocowanie „obrotowego” uchwytu przedmiotu stałego z jednoczesnym pomiarem momentu **M** przenieszonego przy zgrzewaniu z przedmiotu ruchomego na stały oraz pomiarem przemieszczenia **S** w zakresie skoku roboczego)
- zespół konstrukcyjny **F00** (napęd posuwu przemieszczający wzdłuż osi przedmiot stały dzięki czemu realizowany jest posuw przy jednoczesnym pomiarze sił **P_T** i **P_s** docisku).



Rys. 1. Modułowe urządzenie technologiczne do doczołowego zgrzewania tarciove prętów: a) urządzenie technologiczne zmontowane, b) maszyna do zgrzewania o pełnej funkcjonalności uzyskanej przez zamontowanie urządzenia w korpusie

Tablica1. Wykaz wydzielonych zespołów mechanicznych prototypowego urządzenia technologicznego do zgrzewania tarciove

Nazwa zespołu	Ozn.	Charakterystyka pracy zespołu	Spełniana funkcja o charakterze technologicznym	Liczba mierzonych parametrów
1	2	3	4	5
WRZECIONO	R	Mocowanie i wprawianie w ruch obrotowy przedmiotu ruchomego	Uchwycenie przedmiotu ruchomego, nadanie mu ruchu rotacyjnego	2
IMADŁO	N	Mocowanie przedmiotu stałego i mierzenie siły docisku	Uchwycenie przedmiotu stałego, kontrola sił tarcia i spęczania	3
DOCISK	F	Dociskanie przedmiotu stałego do ruchomego w czasie całego cyklu zgrzewania	Utrzymanie zaprogramowanego docisku przedmiotu stałego do ruchomego i kontrola posuwu	3
Sumaryczna liczba parametrów mierzonych przy zgrzewaniu tarciove				8

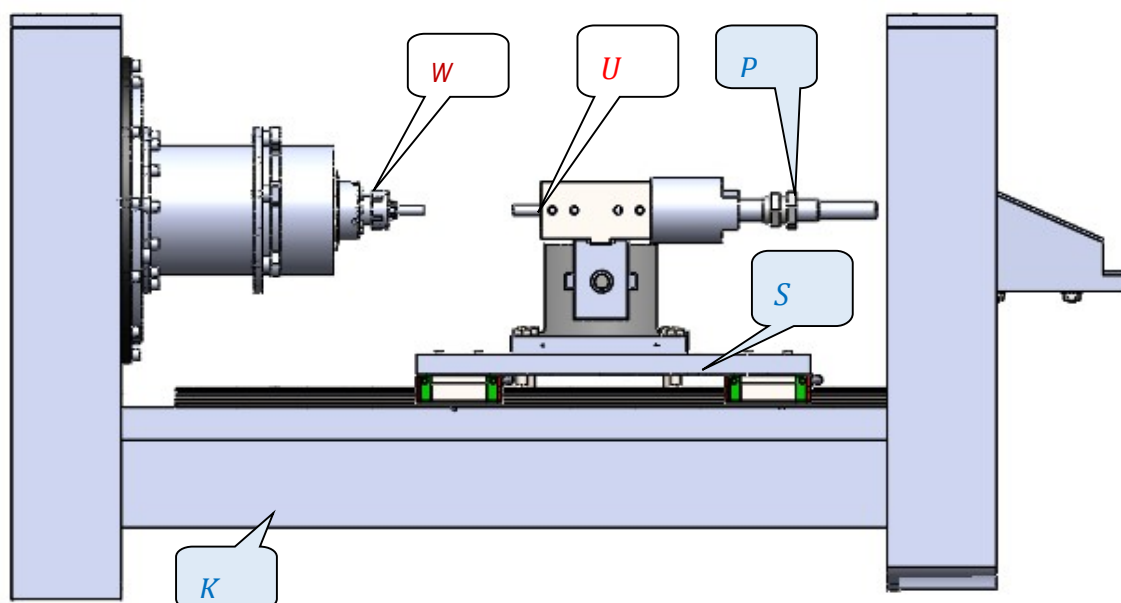
Szczegółową charakterystykę mierzonych wielkości fizycznych oraz zmian obciążenia mechanicznego i termicznego, które mają być rejestrowane podczas pojedynczych cykli zgrzewania podano w załączniku Zał. 2.

Modernizowane stanowisko przemysłowe

Pozyskiwanie danych procesowych podczas przeprowadzenia zgrzewania na przemysłowej maszynie wymaga wprowadzenia licznych modernizacji. Modernizacje te mają na celu umożliwienie osadzenia czujników właściwych do pomiaru wielkości fizycznych potrzebnych do badania procesu zgrzewania. W tego rodzaju pracach modernizacyjnych nie można naruszyć funkcjonalności właściwej dla zgrzewania. Dlatego należało wybrać takie obszary przestrzeni roboczej urządzenia technologicznego, w których mogą być wprowadzane modernizacje konstrukcyjne bez zmiany specyfikacji technicznej zgrzewarki.

Na Rys. 2 pokazano przestrzeń roboczą przemysłowego urządzenia technologicznego przeznaczonego do wykonywania operacji doczołowego zgrzewania tarciove prętów walcowych. Urządzenie to składa się z szeregu zespołów konstrukcyjnych, z których najważniejsze znaczenie technologiczne mają:

- Wrzeciono (zsp.W) służące do nadania przedmiotowi ruchomemu ruchu obrotowego (wrzeciono również wywiera siłę docisku)
- Imadło (zsp.U) służące do utrzymania przedmiotu stałego w niezmiennym położeniu względem przedmiotu ruchomego

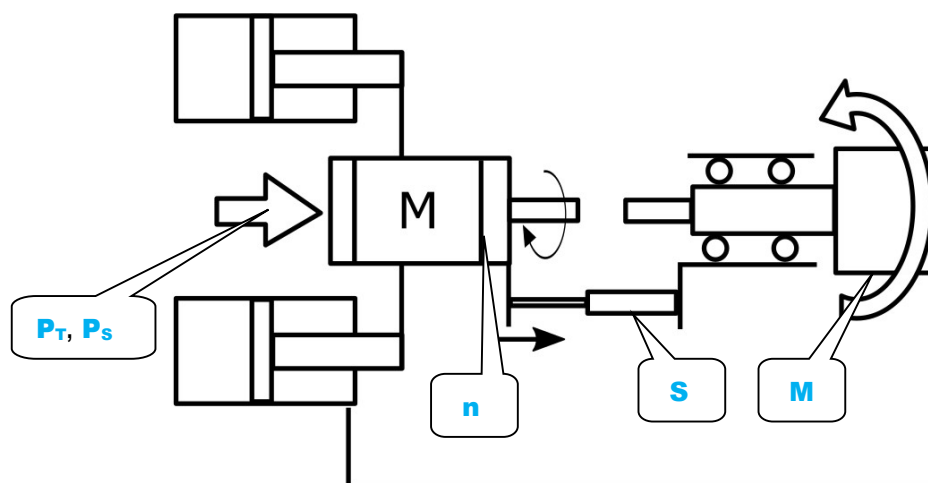


Rys. 2. Przestrzeń robocza przemysłowej zgrzewarki tarciove pracującej w układzie poziomym: W-wrzeciono, U-imadło, P-podpieracz, S-stolik, K-korpus

Podczas zgrzewania na zgrzewarce przemysłowej liczba mierzonych parametrów jest znacznie zawężona. Przy badaniu zgrzewania występuje potrzeba rejestracji nie tylko obciążeń mechanicznych i przemieszczeń, ale także temperatury. Dla gromadzenia danych, umożliwiających wnioskowanie o energetyce procesu zgrzewania, postanowiono zmodernizować zgrzewarkę przemysłową. Na kolejnych rysunkach podano przykłady modernizacji, wykorzystującej przestrzeń między uchwyt przedmiotu stałego (zespół konstrukcyjny U) a korpus (zespół konstrukcyjny K, pionowa ściana po prawej stronie). W standardowym wykonaniu zgrzewarki przemysłowej w tym miejscu znajduje się podpieracz (zespół konstrukcyjny P), który może być zdemontowany bez szkody dla pracy zgrzewarki. Jego funkcjonalność – na potrzeby prób doświadczalnych – może zostać zastąpiona przez odpowiednie zaprojektowanie próbek do zgrzewania i ich zamocowania w uchwytach.

Na Rys. 3 pokazano uproszczony schemat, z którego można odczytać jakie warunki trzeba spełnić, żeby na zgrzewarce przemysłowej oprócz podstawowych wielkości, tj. P_T , P_s , n , i S , możliwy był pomiar dodatkowych wielkości, zwłaszcza pomiar momentu w fazie tarcia M . Trzeba mianowicie zapewnić,

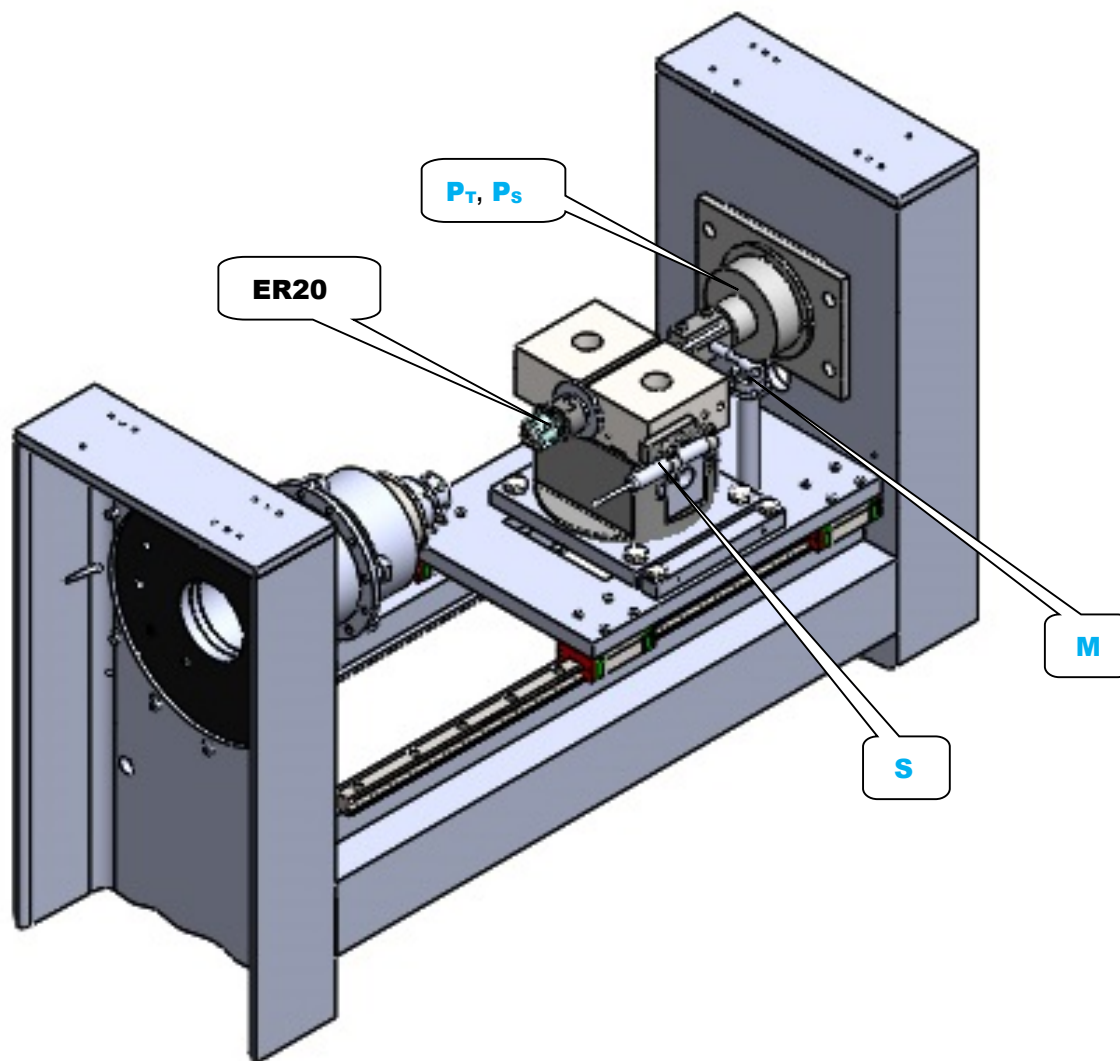
żeby moment tarcia z wrzeciona nie był przenoszony na imadło posadowione na dolnej części korpusu. Przedmiot stały musi być zamocowany w uchwycie, który przeniesie moment obrotowy na tylną ściankę korpusu przez czujnik momentu.



Rys. 3. Modernizacja przemysłowego Warkera celem zwiększenia zakresu monitorowania (oznaczenia wskazują na mierzone wielkości fizyczne)

Na Rys. 4 zgłoszono propozycję konstrukcyjną zamocowania czujników do pomiaru sił P_T , P_s i przemieszczenia liniowego S , z możliwością jednoczesnego pomiaru momentu. Zauważmy, że w stosunku do standardowego zamocowania przedmiotu stałego w imadle (zsp.U – porównaj Rys. 2), teraz na Rys. 4 przedmiot stały jest osadzany w uchwycie z tulejką zaciskową ER20, czyli tak, jak w uchwycie wrzeciona. Uchwyt z tulejką zaciskową nie jest oczywiście zaciśnięty w szczękach imadła. Uchwyt jest ułożyskowany – porównaj schemat na Rys. 3 – aby mógł przenosić moment tarcia z przedmiotu stałego na czujnik momentu oznaczony M na Rys. 3.

W odróżnieniu od planowanej zgrzewarki prototypowej, zgrzewarka przemysłowa może być udostępniona do prób odbiorczych. Z tych powodów dla zgrzewania na maszynie przemysłowej sformułowano testy odbiorcze. Odbiór dostarczonego układu rejestracji będzie polegał na potwierdzeniu kompletności dostawy, która ma umożliwić rejestrację wielkości fizycznych przewidzianych dla opisu procesu zgrzewania metali UFG. W procesie zgrzewania takich metali pojawiają się silne ograniczenia czasowe, gdyż wszystkie zmiany wielkości fizycznych mają charakter dynamiczny.



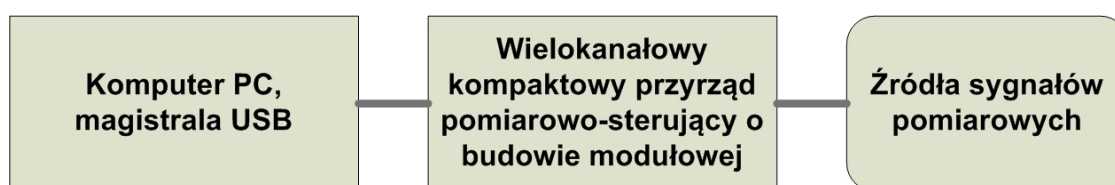
Rys. 4. Szkic konstrukcyjny połączonego pomiaru sił, przemieszczeń i momentu na zgrzewarce przemysłowej (oznaczenia wskazują na mierzone wielkości fizyczne)

ELEMENTY UKŁADU REJESTRACJI

Przedmiotem dostawy jest modułowe oprzyrządowanie pomiarowo-sterujące zbudowane na bazie komputera PC i wykorzystujące programowanie graficzne do tworzenia aplikacji obsługujących zbieranie danych procesowych na stanowiskach do zgrzewania (przemysłowego i prototypowego). Na Rys. 5 pokazano podstawowe składniki sprzętowe wielokanałowego układu zbierania danych procesowych zbudowanego przy użyciu techniki mikroprocesorowej. Rolę rejestratora cyfrowego może spełniać dowolny mikroprocesorowy kontroler wyposażony w odpowiednią liczbę portów do komunikacji z urządzeniami zewnętrznymi. Sygnały pomiarowe mają być przygotowywane do rejestracji za pomocą kompaktowego przyrządu pomiarowego dostarczonego w wykonaniu modułowym. Liczba kanałów wejść analogowych tego kompaktowego przyrządu DAQ ma być większa lub co najmniej równa maksymalnej liczbie wielkości fizycznych mierzonych na pojedynczym stanowisku do zgrzewania. Do wejść analogowych i cyfrowych modułowego przyrządu DAQ doprowadzone będą linie sygnałowe, przez które pobierane są wartości mierzonych wielkości fizycznych. Wszystkie sygnały powinny być przenoszone z

modułowego przyrządu DAQ do rejestratora komputerowego za pomocą jednego kabla. Główną magistralą do przesyłania danych pomiarowych ma być USB.

Analogowe sygnały pomiarowe muszą być dopasowywane w modułach przyrządu DAQ. Moduły powinny realizować następujące zadania: wzmocnienie, izolacja galwaniczna, tłumienie, filtracja i linearyzacja. Moduły pomiarowe powinny mieć możliwość obsługi czujników pomiarowych, np. przez odpowiednie ich zasilanie energetyczne. Kompaktowy przyrząd DAQ o budowie modułowej powinny mieć możliwość umieszczenia w jednej obudowie wszystkich modułów, które będą potrzebne do pomiarów na jednym stanowisku. Ponieważ stanowiska nie będą pracowały w tym samym czasie jeden zestaw, składający się z komputera i modułowego przyrządu DAQ, wystarczy do zbierania danych procesowych na wszystkich przewidywanych do obsługi stanowiskach (prototypowym i gnieździe ze zgrzewarką przemysłową). Dopasowanie przyrządu DAQ do sesji pomiarowej, właściwej dla określonego stanowiska, powinno następować przez odczytanie konfiguracji nastaw ze zbioru konfiguracyjnego. Nie dopuszcza się dostosowywania modułowego przyrządu dopasowującego sygnały do pomiarów na danym stanowisku przez wymianę jego modułów.



Rys. 5. Schemat blokowy wielokanałowego układu zbierania danych procesowych przy zgrzewaniu

Jak wspomniano, jeden wielokanałowy układ zbierania danych ma być tak skonfigurowany, aby był w stanie obsłużyć stanowiska zarówno do zgrzewania w warunkach przemysłowych, jak i stacjonarnym stanowisku prototypowym. W związku z tym układ będzie okresowo przenoszony z jednego stanowiska do drugiego i podłączany do zestawu czujników właściwych dla oceny pracy danego stanowiska technologicznego.

Kontroler układu rejestracji

Kontrolerem układu komputerowej rejestracji może być dowolne urządzenie komputerowe o specyfikacji odpowiedniej do obsługi rejestracji danych na wszystkich stanowiskach. Stanowisko robocze gniazda technologicznego nie ma charakteru laboratoryjnego. Dlatego dla umożliwienia właściwej pracy kontrolera i modułowego przyrządu pomiarowo-sterującego przewidziano osadzanie modułów w odpowiednich boksach szaf sterowniczych o ściśle określonej wielkości. W boksach tych przewidziano odpowiedni sposób trwałego zamocowania, do którego kompaktowy przyrząd pomiarowy powinien być dostosowany. Z opisanego sposobu podłączenia elementów składowych układu DAQ na stanowiskach wynika, że kontroler powinien być dostarczony w wykonaniu stacjonarnym w obudowie desktop o odpowiednio małych wymiarach lub jako komputer przemysłowy.

Kontroler układu rejestracji z odpowiednimi akcesoriami wraz z przyłączonym do niego kompaktowym przyrządem pomiarowo-sterującym DAQ, dopasowującym sygnały pomiarowe i sterujące, będzie służył do rejestracji parametrów zgrzewania na wszystkich przewidzianych stanowiskach technologicznych. Dostosowanie wielokanałowego układu do pomiarów na określonym stanowisku będzie polegało na podłączeniu przewodów sygnałowych biegnących od czujników, przyłączeniu urządzeń peryferyjnych (niezbędnych dla prawidłowego działania kontrolera takich, jak wyświetlacz, klawiatura, urządzenie wskaźnikowe) oraz od linii zasilających, a także wczytaniu konfiguracji sesji pomiarowej właściwej dla danego stanowiska badawczego. Opiszana powyżej zdolność przystosowania wielokanałowego układu zbierania danych procesowych do pomiarów zostanie przy odbiorze dostarczonego sprzętu sprawdzona wg zapisów załącznika Zał. 1.

Mikroprocesorowy kontroler procesu rejestracji danych będzie pracował pod kontrolą oprogramowania użytkowego, które będzie dostosowywane do zmieniających się zadań pomiarowych przez użytkowników dostarczonego układu. Programowanie będzie prowadzone za pomocą języka graficznego przy ścisłej współpracy z odbiorcą. Program obsługowy – nadający się do przeprowadzenia testów odbiorczych – ma być wykonany za pomocą oprogramowania narzędziowego, do którego licencję posiada odbiorca. Dostawca ma dostarczyć program zarówno jako moduł uruchomieniowy, jak i kod źródłowy przydatny do modyfikacji przez odbiorcę.

Aby ułatwić prowadzenie prac programistycznych pożądane jest dostarczenie dodatkowego stanowiska programistycznego wyposażonego we wszystkie typowe urządzenia wejścia i wyjścia potrzebne do prac programistycznych. Stanowisko programistyczne powinno umożliwiać bezprzewodową komunikację sieciową w celu realizacji połączeń on-line z producentem oprogramowania narzędziowego oraz wyprowadzać w kolorowe wydruki zapisanych graficznie programów pomiarowo-sterujących. Specyfikacja dodatkowego stanowiska programistycznego powinna umożliwić zainstalowanie oprogramowania narzędziowego, tzn. odpowiednich narzędzi programistycznych do programowania za pomocą języka graficznego LabView w najnowszej wersji i pełnej konfiguracji. Zrealizowanie dostawy elementów sprzętowych dla środowiska programistycznego, o parametrach zalecanych przez producenta pakietu narzędziowego, którego licencję posiada zamawiający, będzie odpowiednio premiowane w kryteriach oceny punktowej.

Modułowy przyrząd pomiarowo-sterujący

W tablicy 2 scharakteryzowano wymaganą specyfikację modułowego przyrządu pomiarowo-sterującego. Przyrząd ten powinien mieć cechę kompaktowego urządzenia umożliwiającego cyfrowanie wszystkich sygnałów pomiarowych potrzebnych do oceny parametrów pracy urządzeń technologicznych do zgrzewania. Przyrząd ma również dopasowywać analogowe sygnały pomiarowe przed ich cyfrowaniem. Dostosowanie do obsługi czujników generujących sygnały pomiarowe ma następować przez dobór odpowiednich modułów. Dobierana w ten sposób specyfikacja techniczna przyrządu wynika z potrzeb dołączenia czujników, które opisano w odpowiednim załączniku, tzn. Zał. 2.

Tablica 2. Specyfikacja modułowego przyrządu pomiarowo-sterującego, dopasowującego i cyfrującego analogowe sygnały pomiarowe

Lp.	Cecha	Specyfikacja
1	Złącze danych	Główna magistrala danych: USB, łączenie kablem sygnałowym z wtykiem zabezpieczonym przed rozłączeniem za pomocą zatrzasku lub śruby Jednoczesne przesyłanie danych dwukierunkowe (obsługa wejść i wyjść) na wielu kanałach w obie strony tzn. od komputera do przyrządu i odwrotnie z częstotliwością do 20 MHz Dodatkowe magistrale komunikacyjne: Ethernet i 802.11 Wi-Fi
2	Warunki pracy	Temperatura pracy: w zakresie $-20 \div 55$ °C Wibracje (zgodnie z normą IEC-60068-2-27/64): w czasie pracy 0,3g i szokowa 30g
3	Warunki zasilania	Pobór mocy: maksymalnie 15 W Zasilanie: $9 \div 30$ Vdc przy użyciu standardowych zasilaczy Możliwość wyboru podłączenia zasilacza za pomocą wtyku lub złączy na listwie zaciskowej
4	Konfiguracja wejść	Możliwość ustalania częstotliwości roboczej dla grup wejść analogowych na co najmniej trzech poziomach. Wbudowane w obudowę cztery 32 bitowe liczniki, do których dostęp jest możliwy za pomocą slotowego modułu cyfrowego. Możliwość użycia liczników taktowanych z częstotliwościami 10 MHz, 20 MHz, 100 kHz do zliczania zdarzeń o programowanych zakresach licznosci.
5	Obudowa	Oddzielne cztery przyłącza dla (1) modułu wejść analogowych, (2) modułu wejść cyfrowych, (3) modułu wejść/wyjść w standardzie TTL i (4) modułu wielokanałowego wzmacniacza tensometrycznego Możliwość dowolnego mocowania obudowy: panelowe, w stojaku, na szynie DIN Wymiary do mocowania panelowego: długość max.16cm, wysokość max.9cm
6	Wielokanałowy	Cyfrowanie sygnałów analogowych z 16 bitową rozdzielczością i przekazywanie do zapisu

	moduł wejść analogowych	szybkością nie mniejszą niż 250 tys. próbek na sek. Możliwość podłączenia do 32 kanałów wejść analogowych ze wspólną masą oraz do 16 przy podłączeniu różnicowym. Maksymalne napięcie na wejściach ± 10 V ograniczane programowo do zakresów ± 5 , ± 1 i ± 200 mV indywidualnie dla każdego kanału. Przyłączenie napięciowych wejść sygnałowych za pomocą kabli z osłoniętymi 37-pinowymi wtykami D-Sub. Zabezpieczenie przed przepięciami między liniami sygnałowymi a masą w zakresie do 60V. Maksymalne dopuszczalne przepięcie 1000Vrms. Maksymalny zakres temp. pracy -40 to 70 °C.
7	Wielokanałowy moduł wejść cyfrowych	Co najmniej sześć kanałów, możliwość wyboru rodzaju przyłącza (podłączenie ze wspólną masą lub różnicowe), czas próbkowania 500ns, akceptowanie przemysłowych standardów dla poziomów logicznych i bezpośrednio przyłączanych sygnałów napięciowych, możliwość podłączania sygnałów napięciowych od ± 5 do 24 V, podłączanie przewodów sygnałowych za pomocą kabli z osłoniętymi 15-pinowymi wtykami D-Sub. Maksymalny zakres temp. pracy -40 to 70 °C.
8	Wielokanałowy moduł wejść/wyjść cyfrowych	Co najmniej osiem dwukierunkowych kanałów konfigurowalnych wejść/wyjść cyfrowych (8we,8wy,4we+4wy). Czas odczytu 100ns. Akceptowanie przemysłowych standardów dla poziomów logicznych 5 V/TTL. Podłączanie przewodów sygnałowych za pomocą kabli z osłoniętymi 25-pinowymi wtykami D-Sub. Maksymalny zakres temp. pracy -40 to 70 °C.
9	Wielokanałowy mostek tensometryczny	Co najmniej cztery kanały. Cyfrowanie sygnałów analogowych z 24 bitową rozdzielczością i równoczesne przekazywanie do zapisu danych ze wszystkich wejść szybkością nie mniejszą niż 50 tys. próbek na sek. Zasilanie układów mostkowych napięciem do 10V określanym programowo. Możliwość zewnętrznego podłączenia zasilania o nietypowym zakresie napięcia. Programowe definiowanie układu mostka (pełny mostek / półmostek). Obsługa układów tensometrycznych o czułościach do ± 25 mV/V. Przyłączenie napięciowych wejść sygnałowych za pomocą kabli z osłoniętymi 37-pinowymi wtykami lub złącz modularnych RJ50 (10p10c). Maksymalne dopuszczalne przepięcie 1000Vrms. Maksymalny zakres temp. pracy -40 to 70 °C
10	Wielokanałowy moduł wejść termoparowych	Co najmniej cztery kanały. Możliwość wyboru rodzaju termoelementu. Pobieranie sygnałów z termoelementów i po ich cyfrowaniu (wymagana rozdzielczość 14 bitów) przekazywanie do rejestratora. Podłączanie termoelementów do zacisków śrubowych z kompensacją zimnego końca CJC
11	Zasilanie	Przy użyciu standardowych zasilaczy 9-30 Vdc, maksymalne zapotrzebowanie 15W Dodatkowy zewnętrzny zasilacz: 5 A (120 W), wyj.24 Vdc, wej. 240 Vac, montowany bocznie

Należy zwrócić uwagę na obecność na liście parametrów opisujących specyfikacje przyrządu, żądanych nieprzekraczalnych gabarytów i wymaganego systemu mocowania. Przypomnijmy, że dla umożliwienia właściwej pracy przyrządu pomiarowo-sterującego na stanowiskach roboczych przewidziano osadzanie kompaktowego przyrządu w odpowiednich boksach szaf sterowniczych o ściśle określonej wielkości. W boksach tych przewidziano również odpowiedni sposób trwałego zamocowania przyrządu. Dostawca powinien dostosować się również do tego wymogu technicznego.

Akcesoria przyłączeniowe

Istotnym uzupełnieniem dostarczonego wielokanałowego układu zbierania danych procesowych jest odpowiednie okablowanie sygnałowe i zasilające. Ma ono przede wszystkim umożliwić sprawne przyłączenie źródeł sygnałów pomiarowych i sterujących do komputerowego układu zbierania danych, a więc wszystkich czujników analogowych i cyfrowych, zarówno generacyjnych, jak i tych, które wymagają odpowiedniego zasilania. Głównymi składnikami tego okablowania powinny być przewody zakończone odpowiednimi wtyczkami oraz gniazda i listwy przyłączeniowe. Wymagane jest, aby przeniesienie elementów wspólnych układu komputerowego zbierania danych procesowych na kolejne stanowisko gniazda technologicznego nie zmuszało użytkownika do zmian planu elektrycznych przyłączy. Dlatego gniazda i przyłącza zaciskowe muszą być dostarczone w liczbie odpowiadającej liczebności stanowisk badawczych wytypowanych do obsługi pomiarowej przez dostarczony kompaktowy układ zbierania danych procesowych. Przypomnijmy, że w odpowiednim załączniku, tzn. Zał. 2 opisano specyfikację techniczną czujników.

Oprogramowanie

W celu zapewnienia efektywnej pracy kompaktowego układu wielokanałowego zbierania danych procesowych powinien on być dostarczony wraz z odpowiednim oprogramowaniem systemowym. Wymagane jest również dostarczenie oprogramowania aplikacyjnego, które umożliwi przeprowadzenie odbioru dostawy w zakresie opisanym w załączniku Zał. 1. Należy podkreślić, że oprogramowanie musi charakteryzować się zgodnością z interfejsem zbierania danych ze stanowisk badawczych stosowanym na urządzeniach technologicznych w pracowni grupy **UFGbySPD**.

Wszelkie oprogramowanie do układu zbierania danych powinno pracować w środowisku Windows pod kontrolą 32 lub 64 bitowego systemu operacyjnego Windows (min. wersja 7) ze względu na posiadane przez zamawiającego licencje. Dotyczy to zarówno sterowników (do obsługi rejestracji i do konfigurowania modułowego przyrządu pomiarowego), jak i oprogramowania aplikacyjnego. W przypadku wątpliwości należy stosować zasadę, że jedynym kryterium doboru wymagań sprzętowych i softwarowych jest umożliwienie programowania sesji pomiarowych wyłącznie za pomocą języka graficznego. Język graficznego programowania zastosowany w pakiecie oprogramowania narzędziowego, który będzie zainstalowany na urządzeniach obsługujących układ zbierania danych, powinien w dniu dostawy znajdować się w palecie języków programowania układów akwizycji objętych licencją użytkownika do prowadzenia prac badawczych na terenie zamawiającego.

WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW DO OPISU PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Zał. 1. Warunki odbioru kompaktowego układu zbierania danych procesowych (ver. 02)

Zał. 2. Wielkości rejestrowane podczas zgrzewania tarciovego (ver. 04)

Tytuł

„WARUNKI ODBIORU KOMPAKTOWEGO UKŁADU ZBIERANIA DANYCH PROCESOWYCH”

WPROWADZENIE

W załączniku przedstawiono wymogi dla przeprowadzenia odbioru technicznego kompaktowego układu zbierania danych procesowych (nazywanego dalej skrótowo układem DAQ). Odbiór będzie polegał na demonstracji działania dostarczonego układu podczas pracy urządzenia technologicznego. Wspomniane urządzenie jest częścią wskazanego gniazda technologicznego umożliwiającego prowadzenie zgrzewania tarciove metali ultradrobnoziarnistych.

Celem tego odbioru jest potwierdzenie kompletności dostawy układu pomiarowo-rejestrującego, sprawdzenie zgodności parametrów ze specyfikacją czujników i zasilania elektrycznego na maszynie o cechach technologicznych bliskich docelowemu stanowisku badawczemu. Test odbiorczy ma potwierdzić ogólną sprawność przez demonstrację działania układu DAQ podczas pracy urządzenia pod obciążeniem siłowym.

Poniżej podano szczegółowe wymagania, które będą sprawdzane przy odbiorze układu rejestracji danych. Warunki odbioru sformułowano w odniesieniu do rejestracji, która odbędzie się bezpośrednio na urządzeniu technologicznym służącym do zgrzewania tarciove.

PROCES ZGRZEWANIA

Największa liczba parametrów, które opisują proces zgrzewania, występuje przy zgrzewaniu na przemysłowej zgrzewarce, która jest wyposażona w układ monitorowania, a jednocześnie została zmodernizowana celem pomiaru dodatkowych wielkości mechanicznych i termicznych. Najbogatszy opis operacji technologicznej pojawia się, gdy metodą tą są spajane wsady prętowe, odpowiednio przygotowane do pomiarów temperatury. Dlatego ten przypadek zgrzewania wybrano do odbioru dostarczonego układu rejestracji danych.

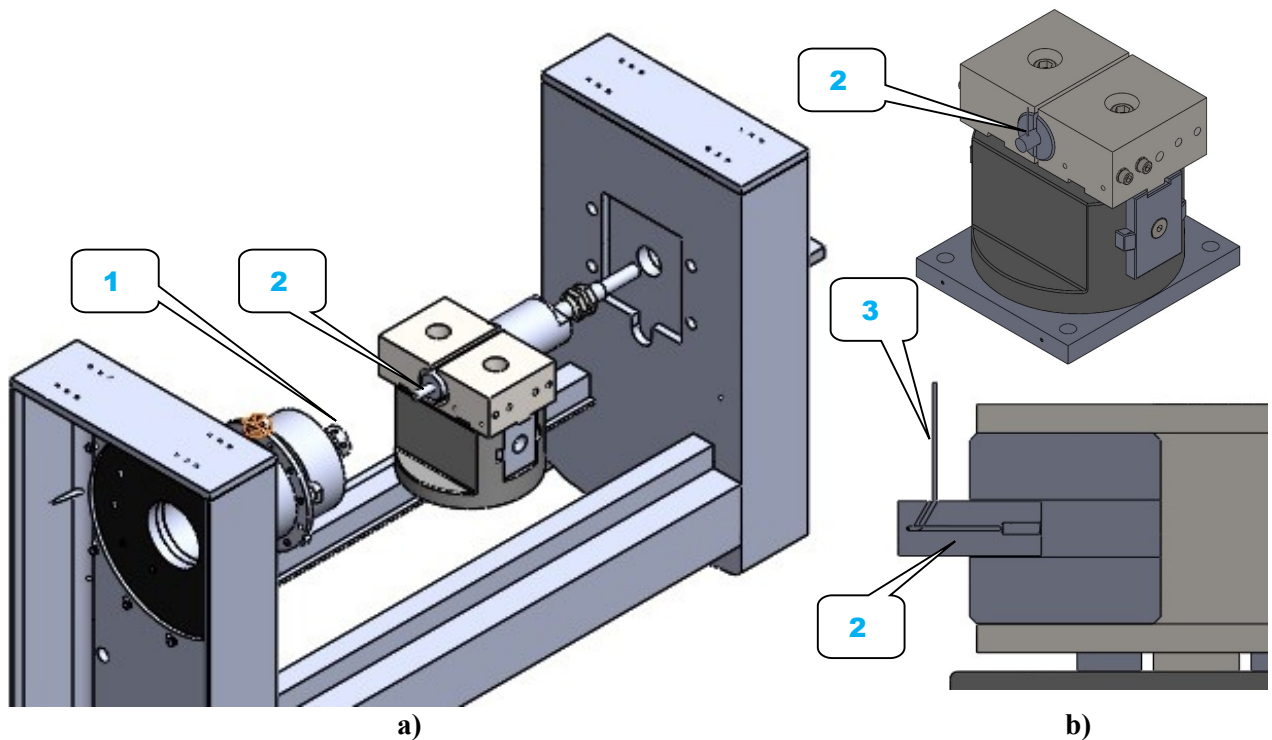
W operacji wykonywanej na zmodernizowanej zgrzewarce przemysłowej bierze udział szereg zespołów mechanicznych¹, które mają własne napędy, realizują wydzielone zadania technologiczne, oraz są odpowiednio „oczujnikowane”. Poniżej krótko scharakteryzowano zespoły mechaniczne urządzenia technologicznego używane przy odbiorze układu DAQ tak, aby dostawca odczytał powiązanie osi roboczych urządzenia z mierzonymi wielkościami fizycznymi. Wykaz tych wielkości podano w załączniku zał.2. Zamieszczono w nim także specyfikacje wszystkich czujników pomiarowych, które przewidziano do pomiaru wielkości fizycznych podczas zgrzewania.

¹ Pełną listę zespołów mechanicznych urządzeń technologicznych zmodernizowanego gniazda do zgrzewania podano w dokumencie głównym opisu przedmiotu zamówienia

Należy zaznaczyć, że prawidłowa praca urządzenia technologicznego, potwierdzana przez rejestrację parametrów układem DAQ, zależy od pomyślnej współpracy zespołów. W czasie pojedynczego cyklu roboczego charakter tej współpracy może się zmieniać w zależności od fazy operacji zgrzewania. Niektóre zespoły działają razem, inne zaś włączają się w określonej chwili realizując swoje zadania sekwencyjnie. Opisane złożone działanie ma istotny wpływ na organizację sesji pomiarowej, której stymulację najlepiej będzie zaplanować poznając szczegółowy cyklogram działania urządzenia. W odniesieniu do odbioru układu DAQ zrezygnowano z wymogu poszukiwania optymalnej konfiguracji sesji pomiarowej. Dlatego w poniższej prezentacji stanowiska odbiorczego charakterystykę poszczególnych zespołów opisano bardzo ograniczonym zakresie. Podane skrótowo informacje mają tylko umożliwić dostawcom prawidłowe odczytanie istoty działania zespołów i ułatwić zrozumienie powiązań napędów osi roboczych z czujnikami, przygotowanymi do pomiarów wielkości fizycznych.

STANOWISKO ODBIORCZE

Do prób odbiorczych dostarczonego układu wielokanałowej rejestracji danych przygotowano stanowisko, którego uzbrojenie technologiczne pokazano na Rys. 1. Rys. 1a przedstawia model 3D przestrzeni roboczej urządzenia, w którym zamocowano dwa przedmioty przeznaczone do zgrzewania.

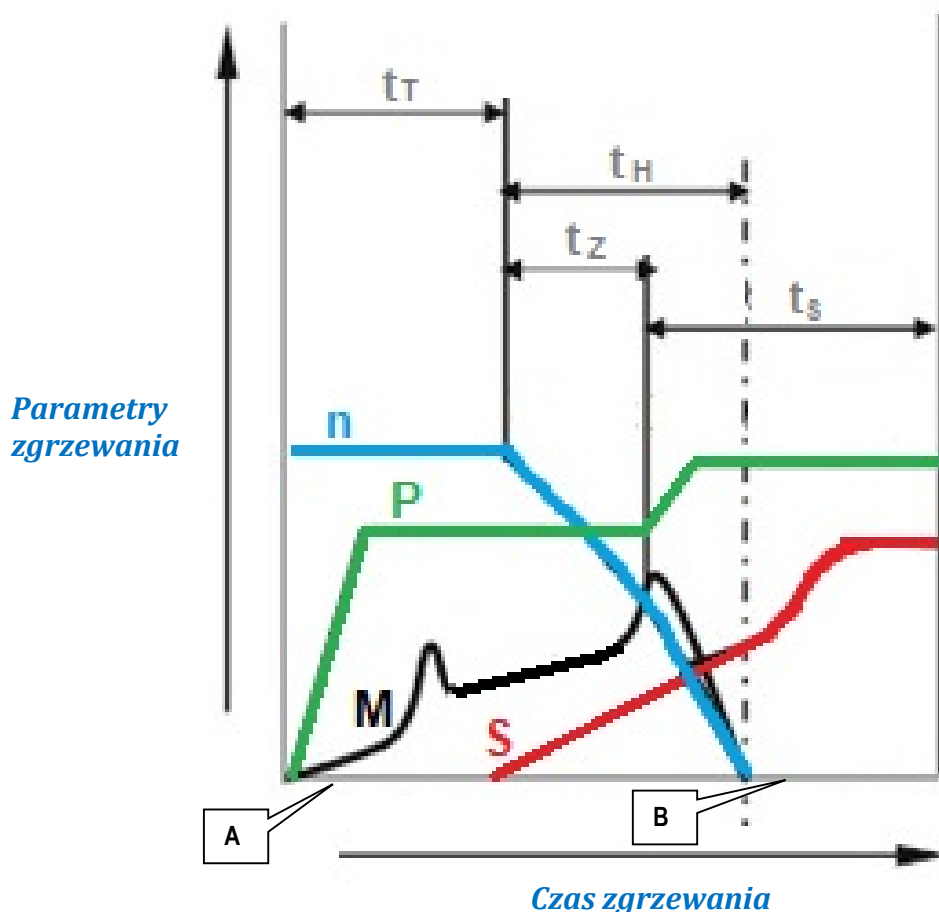


Rys. 1. Model stanowiska wytypowanego do prób odbiorczych układu zbierania danych procesowych przy zgrzewaniu: a) zamocowanie przedmiotów ruchomego (1) i stałego (2) w przestrzeni roboczej zgrzewarki, b) przedmiot stały (2) przygotowany do pomiaru temperatury za pomocą termoelementu (3)

Stanowisko umożliwia prowadzenie procesu technologicznego polegającego na doczołowym zgrzewaniu tarciowym wsadów prętowych. Operacja ta wymaga jednoczesnego działania dwóch osi roboczych. Na określonym skoku działają siły, których wartości mają być rejestrowane przez układ DAQ. Jednocześnie jeden z przedmiotów jest wprawiany w ruch obrotowy, którego prędkość musi być też mierzona tak, jak wszystkie przemieszczenia względne zgrzewanych przedmiotów. Mierzony ma być również moment obrotowy przenoszony z przedmiotu ruchomego na stały. Wynikiem pomiaru względnych przemieszczeń zgrzewanych przedmiotów ma być ocena skrócenia wyrobu powstającego w wyniku spojenia przedmiotów. Wymieniane parametry technologiczne zgrzewania są mierzone w funkcji czasu i w

takiej postaci powinny być wyświetlane w czasie prowadzenia próby. Oczekiwany wykres pokazano na Rys. 2.

Mając na względzie te postulaty – zgłaszając propozycję przebiegu w czasie parametrów tarciovego zgrzewania doczołowego – uwzględniono, że pręty są wykonane z metalu UFG. Dlatego odcinki czasów zaznaczone na osi poziomej są porównywalnej długości. Czasy te będą ekstremalnie krótkie (rzędu 100 ms, maksymalnie). Parametry: n (prędkość obrotowa w okresie tarcia), P (siła docisku, zazwyczaj różna w okresie tarcia i spęczania) i czasy t_T , t_S , t_Z są parametrami wymuszającymi – zadawanymi przed rozpoczęciem zgrzewania. Pozostałe wielkości fizyczne są parametrami wynikowymi.



Rys. 2. . Przebiegi czasowe parametrów zgrzewania tarciovego ze stałą prędkością obrotową metalu UFG (wykres o charakterze jakościowym): n – prędkość obrotowa wrzeciona, P – siła docisku (o wartości różnej w fazie tarcia i fazie spęczania), M – moment obrotowy, S – skrócenie prętów, t_T – czas tarcia, t_S – czas spęczania, t_H – czas hamowania, t_Z – czas zwłoki), A – rozpoczęcie, B – zakończenie

Oprócz parametrów mechanicznych należy pokazać zdolność układu DAQ do pomiarów temperatury za pomocą termoelementów, pirometru i termowizji. Przygotowanie przedmiotu stałego celem umożliwienia pomiaru temperatury w określonym miejscu pokazano na Rys. 1b.

POMIARY NA ZGRZEWARCE PRZEMYSŁOWEJ

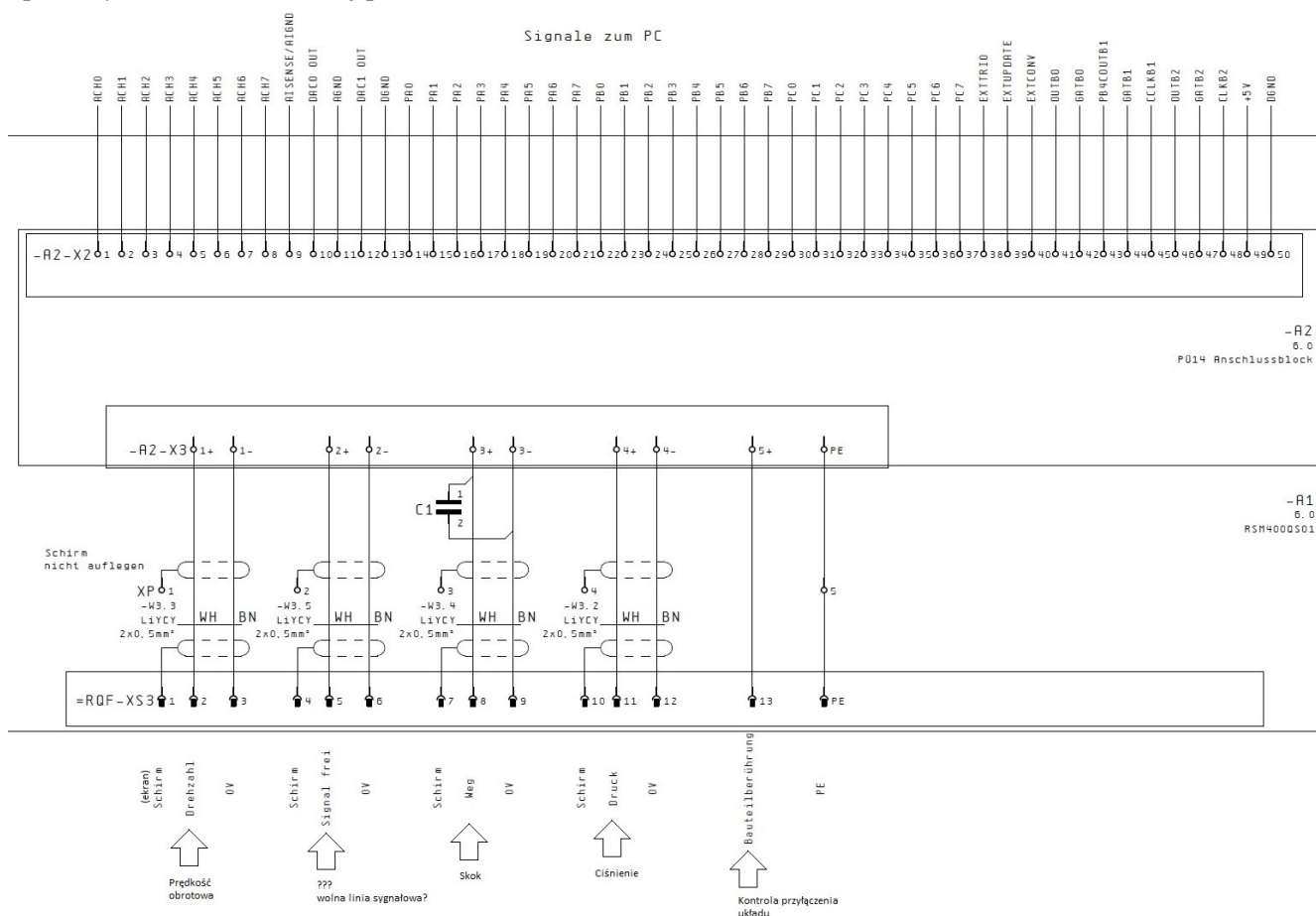
Współczesne zgrzewarki tarciove mają możliwość monitorowania niektórych parametrów zgrzewania. Są to zazwyczaj parametry łatwo mierzalne, których wartości są często pobierane z układu sterowania, obsługiwanego sterownikiem PLC. Zaawansowane systemy produkcyjne mają dodatkową możliwość niezależnego pomiaru wybranych parametrów.

Powyżej zilustrowany wykresem przebieg parametrów zgrzewania pokazuje, że za podstawowe parametry warte mierzenia przy zgrzewaniu należy uznać:

- prędkość obrotowa pręta ruchomego n ,
- siła docisku w okresie spęczenia P_s ,
- siła docisku w okresie tarcia P_T ,
- skrócenie w okresie tarcia S_T ,

Powyżej wymienione cztery wielkości są mierzone w funkcji czasu trwania cyklu zgrzewania. Przy czym odmierzenie skrócenia S_T rozpoczyna się arbitralnie z chwilą osiągnięcia przez siłę docisku P_T wartości, która powoduje zauważalny spadek prędkości obrotowej w stosunku do zadanej wartości n .

Udostępniona do testów odbiorczych przemysłowa zgrzewarka tarciova HWH jest sterowana sterownikiem PLC, który pobiera sygnały z czujników umieszczonych w przestrzeni roboczej. Umożliwiono wyprowadzenie linii sygnałowych celem podłączenia zewnętrznego układu monitorowania. Na Rys. 3 przedstawiono schemat możliwych połączeń układu sterowania zgrzewarki HWH z kartą DAQ –pobrane z DTR dostarczonej przez firmę HWH.



Rys. 3. Schemat połączeń w skrzynce przyłączeniowej karty DAQ do układu sterowania zgrzewarki HWH

W dolnej części schematu połączeń z Rys. 3 wymieniono sygnały, które są przesyłane pomiędzy DAQ–HWH. Są to

- prędkość obrotowa wrzeciona n ,
 - wolna linia do wejścia AnIn, możliwa do wykorzystania przez użytkownika
 - przemieszczenie liniowe końcówki wrzeciona używane do obliczania skrócenia w okresie tarcia S_T ,
 - ciśnienie panujące w siłowniku pneumatycznym wywierającym siłę docisku w okresach tarcia P_T i spęczenia P_s ,
 - Sygnał kontrolny dla układu sterowania zgrzewarki HWH informujący o aktywności układu monitorowania.
- Pozostałe sygnały muszą być pobierane z czujników, których specyfikację podano a Zał.2.

ZAKRES TESTÓW ODBIORCZYCH

W SIWZ podano wymagania odnośnie potrzeb pomiarowych zgrzewania tarciovego. Zgrzewanie jest prowadzone z użyciem oprzyrządowania technologicznego, którego zespoły konstrukcyjne mają być wyposażone w czujniki odpowiednie do wymagań pomiarowych. Dostarczony układ komputerowego zbierania danych procesowych będzie sprawdzany pod kątem jego zdolności do rejestracji sygnałów pomiarowych w funkcji czasu z wszystkich czujników przewidzianych do użycia w planowanych operacjach zgrzewani. Ważnym elementem prób odbiorczych będzie wyznaczenie charakterystyk, pokazujących relacje między rejestrowanymi parametrami, których przykład podano na naszkicowanym wykresie na Rys. 2. Przyjęto, że wystarczającym potwierdzeniem zdolności do analizy rejestrowanych danych procesowych będzie pokazanie przydatności dostarczonego, wielokanałowego układu komputerowego zbierania danych procesowych, do prezentowania charakterystyk wybranych dla zgrzewania tarciovego.

Tytuł

„WIELKOŚCI REJESTROWANE PODCZAS ZGRZEWANIA TARCIOWEGO”

WPROWADZENIE

W niniejszym załączniku zamieszczono szczegółową charakterystykę wielkości fizycznych, które powinny być rejestrowane podczas operacji tarciovego zgrzewania doczołowego przedmiotów walcowych. Ten typ zgrzewania będzie prowadzony na dwóch stanowiskach, w odmianach wynikających z średnicy wsadu przygotowanego do zgrzewania oraz jego długości wpływającej na zakres skokowego przesuwania tego wsadu w strefie roboczej zgrzewarki. Stanowiska do zgrzewania będą również miały odmienną charakterystykę techniczną. Dlatego trzeba wziąć pod uwagę, że przy realizacji pomiarów parametrów zgrzewania na każdym stanowisku będą uczestniczyły inne rodzaje napędów (np. płynowe lub elektryczne). Powoduje to konieczność dostosowania układu komputerowego zbierania danych procesowych do aktualnie badanej odmiany zgrzewania tarciovego. Dostosowanie to powinno zostać osiągnięte jedynie przez konfigurację softwarową układu komputerowego zbierania danych procesowych, a działania o charakterze sprzętowym powinny ograniczać się do zmiany połączeń przy użyciu odpowiednio zaprojektowanego systemu wtyków i gniazd.

WIELKOŚCI FIZYCZNE

W tabelicy 1 podano listę wielkości fizycznych, których wartości powinny być określane podczas prowadzenia tarciovego zgrzewania doczołowego. Wskazano również na zakresy, w jakich wartości tych wielkości mogą się zmieniać podczas tego typu operacji zgrzewania.

Tablica 1. Wyszczególnienie wielkości fizycznych rejestrowanych podczas prowadzenia tarciovego zgrzewania

Pozycja	Wielkość fizyczna mierzona lub rejestrowana w funkcji czasu	Jednostka	Zakres zmiany wartości	Wymagana dokładność pomiaru	Zalecane oznaczenie mierzonej wielkości
1	Przemieszczenie liniowe (skok dobiegowy)	mm	0 ÷ 100	0,05	D_A
2	Przemieszczenie liniowe (skok roboczy)	mm	0 ÷ 2	0,005	D_w
3	Prędkość obrotowa przedmiotu ruchomego	obr/min	20tys ÷ 24tys	100	n
4	Prędkość kątowna przedmiotu ruchomego	rad/s	0 ÷ 5000	5	ω
5	Prędkość obwodowa przedmiotu ruchomego	m/s	0 ÷ 500	0,5	v_n
6	Liczba obrotów w fazie tarcia	-	0 ÷ 10	0,5	K_T
7	Prędkość liniowa przedmiotu stałego	mm/min	0 ÷ 500	0,5	v

8	Prędkość skracania wyrobu	mm/s	0 ÷ 0,2	0,01	V_s
9	Szybkość narastania docisku	kN/s	0 ÷ 5	0,1	V_p
10	Siła docisku w fazie tarcia	kN	0 ÷ 12	0,1	P_T
11	Siła docisku w fazie spęczania	kN	0 ÷ 12	0,1	P_s
12	Moment obrotowy w fazie tarcia	Nm	0 ÷ 2	0,01	M_T
13	Skrócenie przedmiotów podczas tarcia	mm	0 ÷ 1	0,005	S_T
14	Skrócenie zgrzewanego wyrobu całkowite	mm	0 ÷ 2	0,005	S
15	Maksymalna temperatura w spoinie	°C	0 ÷ 500	1	T_w
16	Maksymalna temperatura wokół złącza	°C	0 ÷ 500	1	T_z
17	Rozkład temperatury na powierzchni złącza	°C	0 ÷ 500	1	T_R
18	Temperatura otoczenia	°C	0 ÷ 100	1	T_o
19	Czas fazy tarcia	s	0 ÷ 1	0,005	t_T
20	Czas fazy spęczania	s	0 ÷ 5	0,05	t_s
21	Czas opóźnienia (zwłoki przed hamowaniem)	s	0 ÷ 1	0,005	t_z
22	Czas hamowania	s	0 ÷ 1	0,005	t_H
23	Wydzielona moc	Nm/s	0 ÷ 2000	5	N
24	Wielkość wypłytki (powiększenie średnicy)	mm	0 ÷ 0,2	0,01	F

WYZNACZANE CHARAKTERYSTYKI

W tabelicy 2 podano wykaz charakterystyk, które powinny być wyznaczone w czasie prowadzenia operacji tarciovego zgrzewania doczołowego.

Tablica 2. Wyszczególnienie przebiegów zmian wielkości fizycznych wyznaczanych podczas zgrzewania tarciovego

Pozycja	Specyfikacja wyznaczonej zależności funkcyjnej
1	Prędkość obrotowa przedmiotu ruchomego n w funkcji czasu zgrzewania
2	Siła docisku łączonych przedmiotów P w funkcji czasu zgrzewania
3	Wskaźnik wzrostu siły docisku łączonych przedmiotów V_p w funkcji czasu zgrzewania
4	Moment obrotowy przedmiotu ruchomego M w funkcji czasu zgrzewania
5	Skrócenie zgrzewanych przedmiotów S w funkcji czasu zgrzewania
6	Prędkość skracania wyrobu V_s w funkcji czasu zgrzewania
7	Relacja między siłami P_T i P_s pokazywana w funkcji położenia elementu ruchomego
8	Temperatura T_w w obszarze złącza pokazywana w funkcji czasu zgrzewania
9	Temperatura T_z w otoczeniu złącza pokazywana w funkcji długości czasu trwania operacji (dla założonej liczby obrotów)
10	Moc N dostarczona i odebrana podczas zgrzewania (bilans mocy) w funkcji czasu zgrzewania
11	Liczba obrotów K_T wykonanych w czasie fazy tarcia
12	Wielkość wypłytki F utworzonej w czasie zgrzewania (flashless RFW)

CZUJNIKI STOSOWANE PRZY ZGRZEWANIU

W tabelicy 3 zamieszczono charakterystyki pomiarowe i elektryczne czujników dostępnych na stanowiskach, na których będzie prowadzone tarciove zgrzewanie doczołowe krótkich wsadów prętowych.

Wymaga się, aby dostarczony modułowy przyrząd pomiarowy był w stanie obsłużyć wszystkie czujniki o specyfikacji wymienionej w tej tabelicy 3.

Tabela 3. Specyfikacja techniczna czujników dostępnych na stanowiskach do zgrzewania tarciovego

Pozycja	Czujnik	Rodzaj	Specyfikacja
1	Przemieszczenia	Potencjometryczny	0 ÷ 750mm, rezystancja 10kΩ
2	Prądu	Hallotronowy	0 ÷ 25A, $U_{out} = -10..+10V$
3	Przemieszczenia	Indukcyjny LVDT	0 ÷ 7mm, $U_{out} = 0..10V$, exc.15..30 Vdc, output impedance: 1000Ω
4	Siły	Tensometryczny	5kN, Full Brigde 350Ω, 2mV/V, exc.0÷10Vdc
5	Momentu	Tensometryczny	0,1Nm, Full Brigde 350Ω, 2mV/V, exc.0÷10Vdc
6	Prędkości obrotowej	Indukcyjny zbliżeniowy	TTL
7	Licznik/Enkoder	Impulsowy	Maks.liczba impulsów na obr.16000, maks.2800obr./min.
8	Temperatury	Termoelement	0 ÷ 500°C, typ J, płaszczowy
9	Temperatury pow.	Pirometr	400 ÷ 800°C, 1mV/°C
10	Temperatury pow.	Detektor termowizyjny	+250°C, 1mV/°C
11	Obrazu	Kamera CCD	color (1280x860 p., 3000 fps, 5 μs, C-mount)
12	Przełączenie	On/Off	TTL

Jak widać z powyższej tabelicy na liście czujników, które będą podłączane do dostarczonego układu znajdują się czujniki mierzące różne wielkości fizyczne. Służą one – w większości przypadków – do pomiaru parametrów operacji zgrzewania tarciovego w sposób pośredni. Na przykład siły w określonych układach mogą być określane wykorzystując informację o ciśnieniu cieczy roboczej bądź oceniane na podstawie wartości prądu w układzie zasilania elektrycznego osi roboczej. Podobnie moment obrotowy nie musi być wyznaczany bezpośrednio lecz na podstawie wielkości ramienia i siły odpowiednio skonstruowanego układu mechanicznego. Takie podejście wymaga przeprowadzenia wzorcowania torów pomiaru nacisków mechanicznych reprezentujących obciążenie elementów. Dostarczony układ zbierania danych powinien dawać użytkownikowi możliwość przeprowadzenia takich operacji wzorcowania (fizycznego lub na podstawie obliczeń z uwzględnieniem danych udostępnionych w specyfikacji technicznej czujnika) oraz trwałego zapisania wyniku wzorcowania w celu przeliczania wartości sygnałów pomiarowych na odpowiednie jednostki mianowane w trakcie operacji technologicznej.

Podobna dowolność zachodzi w przypadku przemieszczenia obrotowego przedmiotu ruchomego, które może być mierzone przez zliczanie impulsów generowanych np. przez enkoder lub czujnik zbliżeniowy, albo też (co jest preferowane przez odpowiednio wysoką punktację w ocenie dostawy) za pomocą systemu wizyjnego.

PODŁĄCZENIE CZUJNIKÓW

Dostawcy wielokanałowego układu zbierania danych procesowych są zobligowani do zapoznania się z planami połączeń elektrycznych wszystkich czujników dostępnych na stanowiskach do zgrzewania tarciovego. Jeżeli w poszczególnych zespołach konstrukcyjnych urządzeń do zgrzewania tarciovego brak jest odpowiednich czujników zapewniających przeprowadzenie pomiarów (wyspecyfikowanych w tabelicy 1 i tabelicy 2) dostarczonym układem DAQ dostawcy zobowiązani są zasymulować działanie czujników lub dostarczyć stosowne czujniki. Przyłączenie dostarczonego układu komputerowego zbierania danych powinno być tak zaplanowane, aby skojarzenie układu DAQ z czujnikami (zarówno istniejącymi jak i symulowanymi/dostarczonymi) wymagało jedynie połączenia za pomocą systemu przewodów zaopatrzonych we wtyki dostosowane do odpowiednich gniazd.