

OPIS PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest **dostawa aparatury sterującej do oraz elektromechanicznych elementów do napędu ruchu** w ramach zamówienia o nr postępowania: ZP_5_2022_WMT_ITW prowadzonego przez Wydział Mechaniczny Technologiczny Politechniki Warszawskiej o parametrach określonych poniżej, do siedziby Zamawiającego na koszt i ryzyko Wykonawcy.

Warunki przyjęcia zamówienia

- Zgodność z konstrukcją zespołów mechanicznych istniejącego urządzenia technologicznego
- Umożliwienie realizacji cyklu zgrzewania z wykorzystaniem dużej energii w ekstremalnie krótkim czasie
- Wykonanie mocowań dostarczonych elementów układów napędowych zaprojektowanych z zachowaniem kompatybilności z istniejącymi mechanizmami
- Dostawa uchwytów zgrzewanych przedmiotów dostosowanych do dostarczonych elementów układów napędowych.

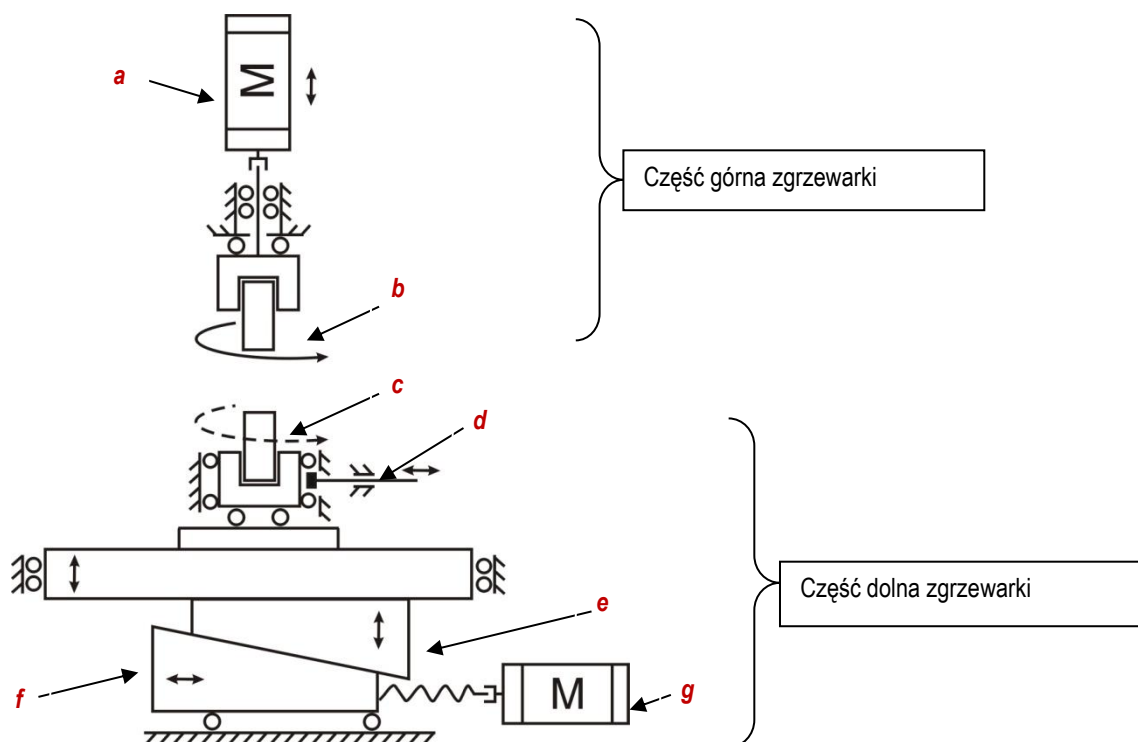
WPROWADZENIE

Zgodnie z założeniami projektu planowane próby zgrzewania będą wykonywane na badawczej zgrzewarce wyposażonej w układy napędu, które nie są typowe dla tego typu urządzeń technologicznych. Wynika to z celu projektu, który zakłada doświadczalne sprawdzenie możliwości łączenia przedmiotów z miedzi o mikrostrukturze ultra drobnego ziarna (tzw. miedź UFG). Jest to nowa klasa metalu, który nie jest jeszcze dostępny w handlu, a będzie wytworzony w ramach projektu.

Badawcza zgrzewarka uzyskała budowę modułową. Wykonane już w metalu, mechaniczne zespoły techniczne badawczej zgrzewarki mają określone przeznaczenie funkcjonalne. Żeby na stanowisku mogły być prowadzone próby zgrzewania, poszczególne moduły funkcjonalne muszą otrzymać napędy. Układy napędowe należy wyposażyć w odpowiednie elektromechaniczne elementy, a napędy powiązać z aparaturą sterującą.

SCHEMAT KINEMATYCZNY ZGRZEWARKI

Funkcjonalność technologiczną badawczej zgrzewarki omówimy z wykorzystaniem schematu kinematycznego, który w uproszczonej formie zaprezentowano na Rys. 1. Uproszczenie polega na zaprezentowaniu powiązań kinematycznych bez odniesienia do realnej konstrukcji i pominięciu obecności niektórych elementów konstrukcji, a nawet całych podzespołów konstrukcyjnych. Schemat zostanie wykorzystany w dalszej części opisu do prezentacji istniejących już zespołów mechanicznych. Jednak, z uwagi na przedmiot zamówienia obecnego przetargu, przede wszystkim zostanie użyty do przedstawienia strategii sterowania, a zwłaszcza do omówienia cyklogramu dla zgrzewarki. Odtworzenie cyklogramu we właściwy sposób jest podstawowym warunkiem odbioru przedmiotu zamówienia – szczegóły odbioru zapisano w **załączniku nr 7 do SWZ** Warunkach Obioru.



Rys. 1. Uproszczony schemat kinematyczny badawczej zgrzewarki: a – elektrowrzeciono (napęd ruchu obrotowego), b – przedmiot zgrzewany ruchomy (wirujący podczas zgrzewania), c – przedmiot zgrzewany stały (nie wirujący podczas zgrzewania), d – podzespół z napędem ruchu pomocniczego, e – mechanizm prowadzenia przedmiotu w kierunku ruchu roboczego, f – mechanizm klinowo—śrubowy, g – silnik napędu ruchu posuwowego

RUCHY ROBOCZE ZGRZEWARKI

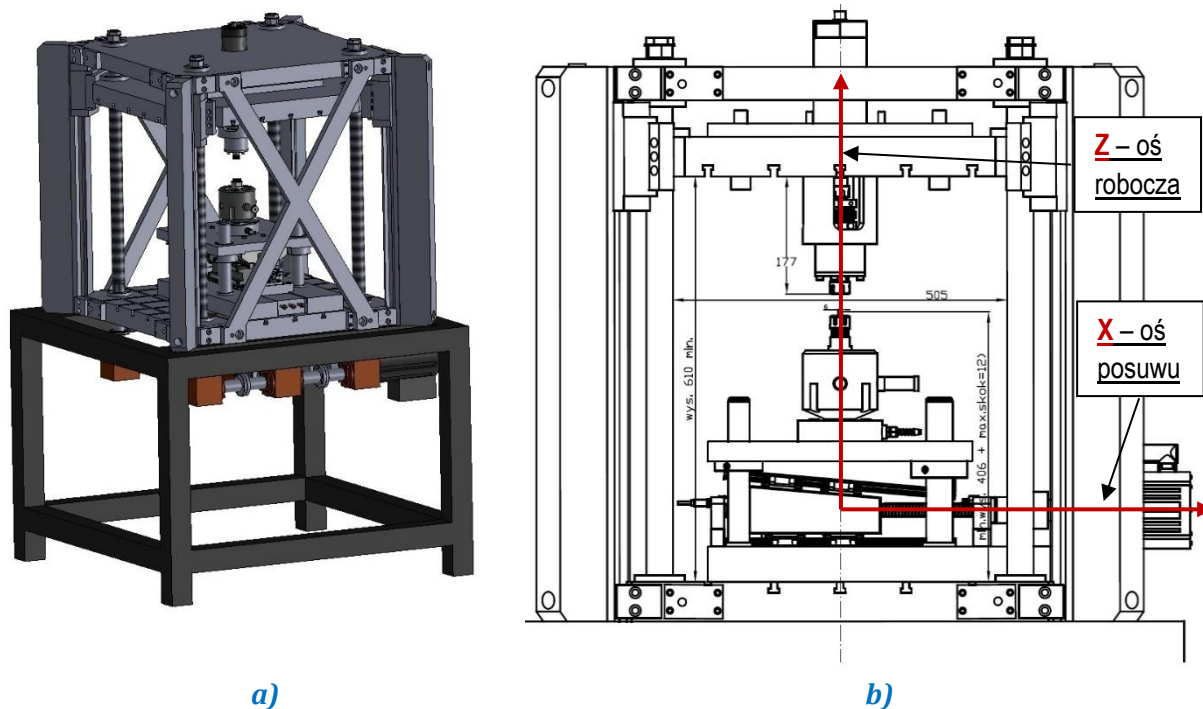
W ramach dostawy należy dostarczyć i odpowiednio zamocować brakujące elementy elektromechaniczne w układach napędowych górnej i dolnej części (patrz schemat na Rys. 1) zgrzewarki.

Budowana badawcza zgrzewarka będzie wykonywała przy zgrzewaniu następujące ruchy elementarne:

1. ruch obrotowy, który służy do wprowadzenia w ruch wirujący zgrzewanego przedmiotu ruchomego. Do uzyskania tego ruchu należy dostarczyć elektrowrzeciono i odpowiednio je zamocować. Chodzi przecież o to, żeby przedmiot obracający się, który będzie uchwycony w imaku przedmiotu ruchomego, mógł być obciążony ściskającą siłą osiową o znacznej wartości. Dlatego imak przedmiotu ruchomego należy odpowiednio połączyć z elektrowrzecionem. **Kompletny napęd elektryczny ruchu obrotowego, tj. elektrowrzeciono wraz ze zintegrowanym imakiem**, jest przedmiotem obecnej dostawy
2. ruch posuwowy, który służy do dokładnego przemieszczania zgrzewanego przedmiotu stałego. Takie liniowe przemieszczenie jest typowe dla cyklu zgrzewania tarcowego, który obejmuje dwie fazy, mianowicie fazę tarcia i fazę spęczania. Do realizacji ruchu posuwowego wykonano w metalu specjalny mechanizm klinowo—śrubowy. Elementy mechaniczne tego mechanizmu muszą uzyskać napęd elektryczny umożliwiający realizację przebiegu zgrzewania zgodnie z zaplanowanymi cyklogramami. Przedmiotem obecnej dostawy jest **układ elektrycznego napędu śruby pociągowej przemieszczającej klin wraz z mocowaniem elementów tego układu do istniejącego mechanizmu klinowo—śrubowego**
3. ruch pomocniczy, który służy do zatrzymania względnego ruchu obrotowego zgrzewanych przedmiotów przez natychmiastowe uwolnienie przedmiotu stałego. Przedmiot stały jest uchwycony w imaku, który jest połączony z mechanizmem klinowo—śrubowym. Ruch pomocniczy wymaga użycia napędu płynowego (hydraulicznego lub pneumatycznego). **Kompletny napęd ruchu pomocniczego, tj. wraz ze zintegrowanym imakiem przedmiotu stałego**, jest także przedmiotem obecnej dostawy.

MECHANICZNE ZESPOŁY KONSTRUKCYJNE

Zgłoszenie właściwej propozycji dla dostawy „sterowania i napędów” wymaga zapoznania się z częścią mechaniczną badawczej zgrzewarki, budowanej w ramach projektu. Na Rys. 2 pokazano zestawienia mechanicznych zespołów konstrukcyjnych, które już wykonano w metalu. Urządzenie w obecnym stanie zawiera szereg maszyn prostych takich, jak np. śruba-nakrętka, układ klinowy, liniowe prowadzenia toczne typu słup-tuleja czy wózek-szyba.

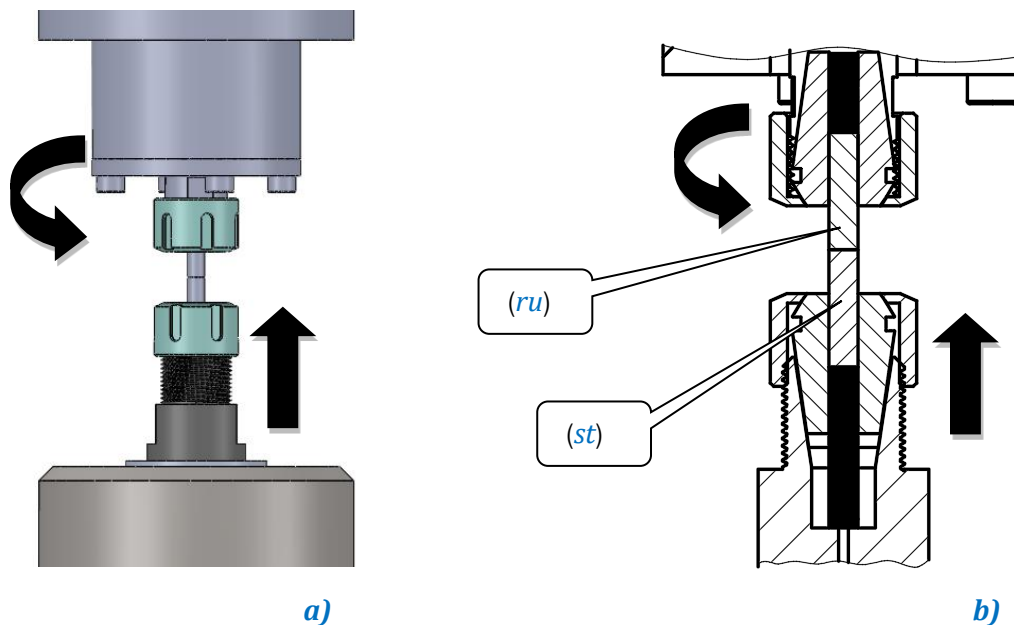


Rys. 2. Zmontowane zespoły konstrukcyjne tworzące mechaniczną „skorupę” dla badawczej zgrzewarki: a) model 3D połączonych ze sobą mechanizmów, b) rysunek 2D złożeniowy mechanicznych zespołów konstrukcyjnych zgrzewarki

Jak wynika z Rys. 2 doświadczalna zgrzewarka, która wg. schematu z Rys. 1 składa się górnej i dolnej części, zostanie obudowana ramowym korpusem. Wzdłuż czterech kolumn umieszczono śruby pociągowe ruchu dobiegowego, za pomocą których jest przemieszczana płyta suwaka. Ruch dobiegowy służy do zgrubnego przemieszczania zgrzewanego przedmiotu ruchomego celem zbliżenia go do zgrzewanego przedmiotu stałego. Stan wyjściowy do zgrzewania pokazano na Rys. 3. Rysunek przedstawia uchwyty przedmiotów ruchomego (*ru*) i stałego (*st*) w pozycji, od której można już rozpocząć wykonywanie czynności właściwych dla ruchu roboczego przy zgrzewaniu tarciovym.

Na razie zabudowana w ramie zgrzewarka – składająca się z górnej i dolnej części – jest pozbawiona uchwytów przedmiotów i nie ma jeszcze zainstalowanych napędów:

- ruchu obrotowego = ruch wirujący zgrzewanego przedmiotu ruchomego wokół osi pionowej **z** – napęd elektryczny instalowany w górnej części zgrzewarki; zwróć uwagę na górny fragment Rys. 2b
- ruchu posuwowego = ruch przemieszczający mechanizm klinowy wzdłuż osi poziomej **x** – napęd elektryczny instalowany w dolnej części zgrzewarki; zwróć uwagę na dolny fragment Rys. 2b
- ruchu pomocniczego = ruch zatrzymujący względny ruch obrotowy zgrzewanych przedmiotów przez natychmiastowe uwolnienie przedmiotu stałego – napęd pneumatyczny instalowany w zespole imaka przedmiotu stałego (imak wyposażony w napęd także pokazano na Rys. 2b)



Rys. 3. Położenie imaków przedmiotowych właściwe dla rozpoczęcia ruchu roboczego zgrzewania tarcowego doczołowego, prezentujące oczekiwane zbliżenie przedmiotów zamocowanych w uchwytach: a) pokazane za pomocą modelu bryłowego, b) pokazane za pomocą osieowego przekroju wzdłużnego; (ru)- przedmiot ruchomy w fazie tarcia, wirujący w uchwycie wrzeciona, (st)- przedmiot stały zamocowany w nieobracającym się imaku, który ruchem posuwowym będzie przybliżany do wrzeciona celem uzyskania wymaganej siły docisku

Po osiągnięciu stanu z Rys. 3 rozpoczyna się działanie wszystkich elektromechanicznych elementów wchodzących w skład układów napędu i aparatury sterującej, dostarczonych w ramach dostawy „sterowania i napędów”.

Celem tego działania jest:

- wprowadzenie zgrzewanego przedmiotu ruchomego w ruch obrotowy (strzałki skrócone na Rys. 3)
- zbliżenie zgrzewanego przedmiotu stałego przemieszczającego się w zaprogramowany sposób (strzałki proste na Rys. 3)
- zatrzymanie względnego ruchu obrotowego zgrzewanych przedmiotów (faza nie pokazana na Rys. 3), czyli automatyczne odtwarzanie cyklu zgrzewania pod kontrolą dostarczonej aparatury sterowniczej.

CYKLOGRAMY DLA ZGRZEWARKI

Badawcza zgrzewarka, która wykorzystuje dwa rozdzielone napędy (jeden do ruchu dobiegowego, a drugi do ruchu roboczego) musi uzyskać specjalne rozwiązanie dla sterowania przebiegiem zgrzewania. Dostarczona aparatura sterująca ma obsługiwać tylko czynności związane z ruchem roboczym (przedmiotem zainteresowania nie jest dobieg zbliżający zgrzewane przedmioty – ruch dobiegowy ustaje w chwili włączenia ruchu roboczego).

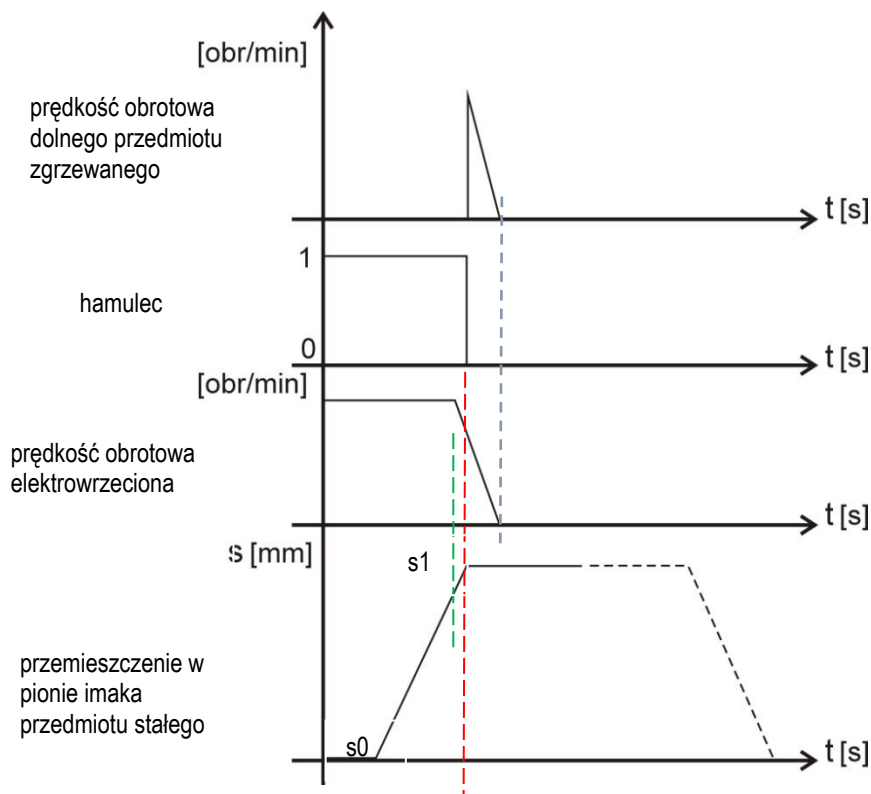
Poniżej przedstawiono cyklogramy, które należy rozważyć jako założenia w proponowaniu aparatury sterującej dla napędów ruchów roboczych, tj. ruchu obrotowego, ruchu posuwowego i ruchu pomocniczego oraz napędów, obsługujących te trzy ruchy. Poleca się rozpatrzyć trzy cyklogramy:

1. Cyklogram pracy dla ruchu jednostajnego pomiędzy skrajnymi położeniami części dolnej zgrzewarki
2. Cyklogram pracy dla ruchu złożonego bez zatrzymania części dolnej zgrzewarki
3. Cyklogram pracy dla ruchu złożonego z zatrzymaniem części dolnej zgrzewarki.

Na kolejnych rysunkach przedstawiono cyklogramy w wersji graficznej. Podano również ich krótkie omówienie.

Ruch jednostajny w całym zakresie

Ten podstawowy przypadek sekwencji ruchów obrotowego, posuwowego i pomocniczego zilustrowano wykresami na Rys. 4. Podzespół imaka przedmiotu stałego – zawierający napęd ruchu pomocniczego – jest czasowo wprawiany w ruch obrotowy. Dlatego na wykresach użyto słowa „hamulec”, żeby pokazać krótki czas uwolnienia imaka przedmiotu stałego jako analogie do zwolnienia permanentnie zaciągniętego hamulca.



Rys. 4. Cyklogram pracy dla ruchu jednostajnego pomiędzy skrajnymi położeniami części dolnej zgrzewarki

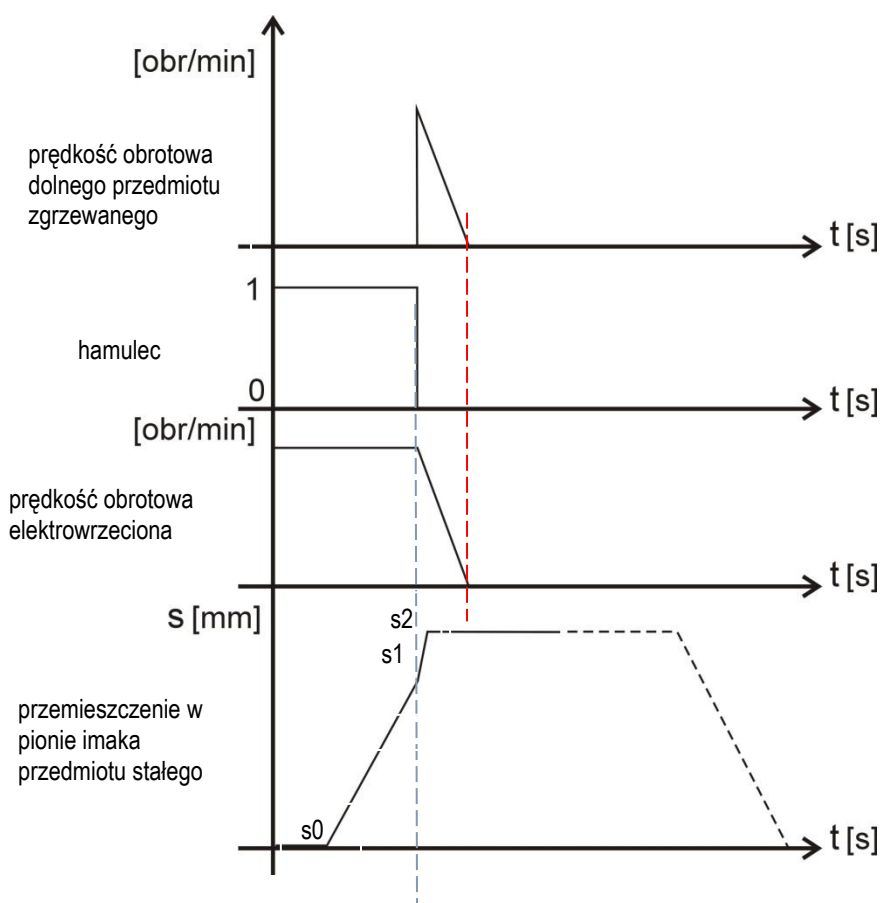
Zgrzewanie przebiega w następujący sposób. Operator umieszcza pierwszy zgrzewany przedmiot (*ru*) w górnym uchwycie – przedmiot, którego ruch obrotowy będzie wymuszony przez elektrowrzeciono.

W dalszej kolejności operator umieszcza drugi zgrzewany przedmiot (*st*) w dolnym uchwycie – jest to przedmiot, który w całej fazie tarcia i częściowo podczas spęczania pozostaje nieruchomy, ale po utworzeniu złącza może być warunkowo wprawiony w ruch wirujący bez momentowy (metoda LHI zgrzewania tarcowego). Elektrowrzeciono jest włączane. Po osiągnięciu przez elektrowrzeciono wymaganych obrotów zostaje uruchomiony napęd posuwu (uruchomienie mechanizmu klinowo—śrubowego). Powoduje to ruch z pozycji s_0 do pozycji s_1 (Rys. 4). W końcowej fazie tego ruchu dochodzi do zetknięcia się przedmiotów zgrzewanych, wyłączenia elektrowrzeciona (wymuszone hamowanie) oraz włączenia ruchu pomocniczego (umożliwienie ruchu obrotowego dolnego przedmiotu zgrzewanego). Proces zgrzewania w tym cyklogramie będzie przebiegał w następujący sposób. Czoło dolnego przedmiotu (*st*) zostanie dociśnięte do czoła górnego przedmiotu (*ru*) wirującego z uchwytem, który jest połączony z elektrowrzecionem. Nastąpi faza tarcia oraz zwiększanie docisku zgrzewanych przedmiotów. Jednocześnie powinno nastąpić zatrzymanie obrotów wrzeciona. W rzeczywistości czas zatrzymania obrotów wrzeciona będzie zależny od bezwładności wirujących elementów i prędkości obrotowej elektrowrzeciona. Odblokowanie dolnego przedmiotu (*st*) umożliwia wspólny obrót wyrobu utworzonego przez zgrzanie przedmiotów (*ru*) i (*st*) co znacznie skraca czas względnego ruchu przedmiotu (*ru*) względem dolnego przedmiotu (*st*) – oba zgrzane przedmioty po załączeniu ruchu pomocniczego zaczną wspólnie wirować, aż do zatrzymania obrotów elektrowrzeciona. Po zatrzymaniu obrotów

elektrowrzeciono operator zwalnia zacisk co najmniej jednego imaka trzymającego wyrób i włącza ruch posuwowy (powrotny) mechanizmu klinowo—śrubowego.

Ruch złożony bez zatrzymania

Operator umieszcza w górnym uchwycie pierwszy zgrzewany przedmiot (*ru*), którego ruch obrotowy będzie wymuszony przez elektrowrzeciono. W dalszej kolejności operator umieszcza drugi zgrzewany przedmiot (*st*) w dolnym uchwycie nieruchomym. Elektrowrzeciono jest włączane. Dalszy przebieg zgrzewania ilustrują wykresy na Rys. 5.



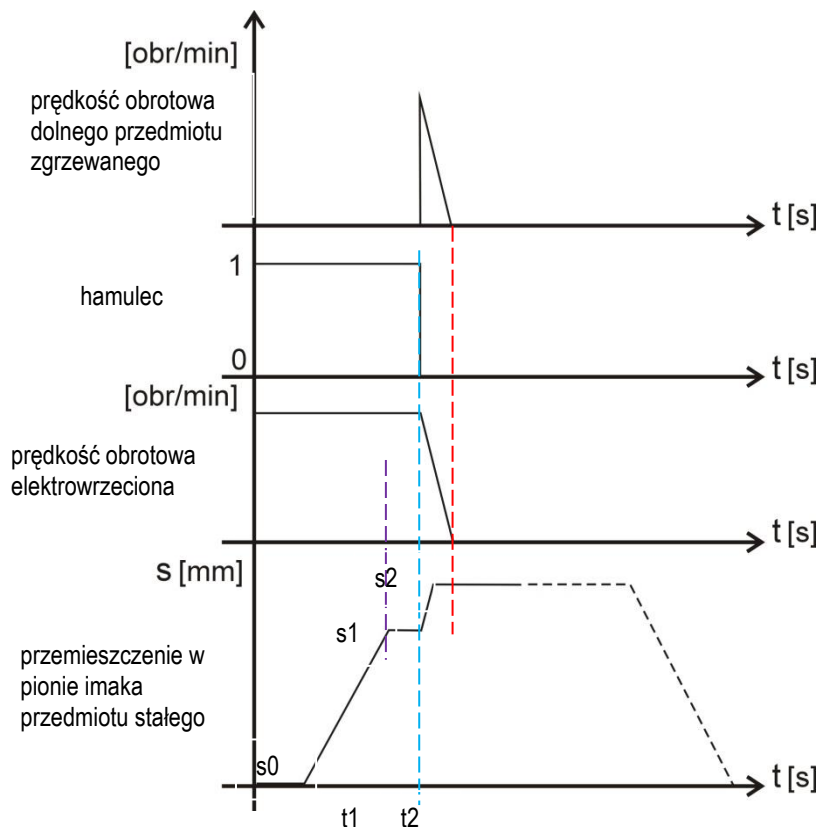
Rys. 5. Cyklogram pracy dla ruchu złożonego bez zatrzymania części dolnej zgrzewarki

Po osiągnięciu przez elektrowrzeciono wymaganych obrotów zostaje uruchomiony napęd mechanizmu klinowo—śrubowego. Powoduje to ruch (zrazu krótki ruch dobiegowy) z pozycji s_0 do pozycji s_1 . W pozycji s_1 dochodzi do zetknięcia się elementów zgrzewanych, zahamowania elektrowrzeciona (wymuszone hamowanie) oraz załączenia ruchu pomocniczego (odblokowanie ruchu obrotowego dolnego przedmiotu zgrzewanego). Proces zgrzewania będzie przebiegał w następujący sposób. Czoło przedmiotu (*st*) zostanie dociśnięte do czoła przedmiotu (*ru*), wirującego. Nastąpi faza tarcia (punkt s_1) oraz zwiększanie docisku zgrzewanych elementów (ruch szybki z punktu s_1 do punktu s_2). Jednocześnie powinno nastąpić załączenie ruchu pomocniczego, które umożliwi obrót zgrzanego wyrobu a przez to znacznie skróci czas względnego ruchu przedmiotu (*ru*) względem przedmiotu (*st*). Zgrzane w wyrobie przedmioty po załączeniu ruchu pomocniczego zaczną wspólnie wirować, aż do zatrzymania obrotów elektrowrzeciona. Po zatrzymaniu obrotów operator zwalnia zacisk co najmniej jednego imaka trzymającego wyrób i włącza ruch powrotny mechanizmu klinowo—śrubowego.

Przemieszczenie pomiędzy punktami s_1 i s_2 powinno być regulowane w zakresie od 0,1 do 1,5 mm.

Ruch złożony z zatrzymaniem

Operator umieszcza w górnym uchwycie pierwszy zgrzewany przedmiot (*ru*), którego ruch obrotowy będzie wymuszony przez elektrowrzeciono. W dalszej kolejności operator umieszcza drugi zgrzewany przedmiot (*st*) w dolnym uchwycie nieruchomym. Elektrowrzeciono jest włączane. Dalej patrz wykresy na Rys. 6.



Rys. 6. Cyklogram pracy dla ruchu złożonego z zatrzymaniem części dolnej zgrzewarki

Po osiągnięciu przez elektrowrzeciono wymaganych obrotów zostaje uruchomiony napęd mechanizmu klinowo—śrubowego. Powoduje to ruch (dopełniający ruch dobiegowy) z pozycji s_0 do pozycji s_1 . W pozycji s_1 dochodzi do zetknięcia się przedmiotów zgrzewanych. Czas (t_2-t_1) jest czasem tarcia czoł zgrzewanych elementów (faza tarcia). W chwili czasowej t_2 następuje hamowanie elektrowrzeciona (wymuszone hamowanie) oraz załączenie ruchu pomocniczego (odblokowanie ruchu obrotowego dolnego przedmiotu zgrzewanego). Proces zgrzewania będzie przebiegał w następujący sposób. Czoło przedmiotu (*st*) zostanie dociśnięte do czoła przedmiotu (*ru*), wirującego w uchwycie wrzeciona. Nastąpi faza tarcia (punkt s_1 , chwila czasowa t_1). Faza tarcia będzie trwała do chwili czasowej t_2 . W chwili czasowej t_2 nastąpi zwiększenie docisku zgrzewanych przedmiotów (ruch posuwowy szybki z punktu s_1 do punktu s_2) oraz powinno nastąpić załączenie ruchu pomocniczego. Pojawi się możliwość wspólnego obrotu obu zgrzanych przedmiotów, a przez to znacznie skróci się czas względnego ruchu górnego przedmiotu (*ru*) względem dolnego przedmiotu (*st*). Od tego momentu zgrzane przedmioty – tworzące już jeden wyrób – zaczną wspólnie wirować aż do zatrzymania obrotów elektrowrzeciona. Po zatrzymaniu obrotów elektrowrzeciona operator zwalnia zacisk co najmniej jednego imaka trzymającego wyrób i włącza ruch powrotny mechanizmu klinowo—śrubowego.

Przemieszczenie pomiędzy punktami s_1 i s_2 powinno być regulowane w zakresie od 0,1 do 1,5 mm a czas tarcia (t_2-t_1) powinien zawierać się w granicach od 0,05 do 3 sekund.

DANE KONSTRUKCYJNE DLA PRZENIESIENIA NAPĘDÓW

W tym rozdziale zostaną zaprezentowane rozwiązania konstrukcyjne, które muszą być brane pod uwagę przy:

- projektowaniu mocowania uchwytów przedmiotowych (imaków – patrz Rys. 3)
 - a. przedmiotu (*ru*), wirującego wraz z elektrowrzecionem (ruch obrotowy)
 - b. przedmiotu (*st*), powiązanego z urządzeniem wykonawczym napędzanym silownikiem (ruch pomocniczy)
- projektowaniu połączenia elektromechanicznych elementów układów napędu z mechanizmami zgrzewarki – patrz Rys. 2.

Mocowanie napędu ruchu obrotowego

Jak pokazano na Rys. 3 przedmiot (*ru*) jest zamocowany w górnym uchwycie, który wg. Rys. 2 ma być połączony z elektrowrzecionem zamontowanym w górnej poprzeczce ramowego korpusu. Podczas zgrzewania wirujący przedmiot (*ru*) jest obciążany momentem skręcającym i siłą osiową o znacznej wartości. Te dwa obciążenia mechaniczne muszą być w prawidłowy sposób przeniesione na ramowy korpus zgrzewarki.

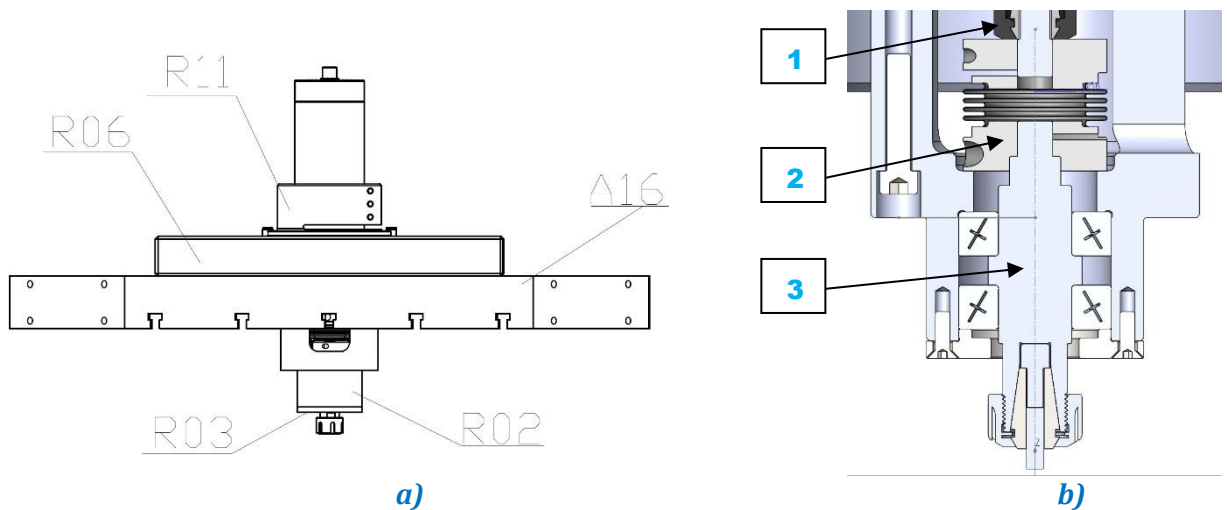
Na Rys. 7 pokazano propozycję elementów mechanicznych, które mogą być użyte do właściwego zamocowania oferowanego elektrowrzeciona. Rys. 7a przedstawia wykonane w metalu elementy, które połączono z płytą suwaka *A16* przemieszczanego w pionie w ramowym korpusie z Rys. 2. Na Rys. 7b zaś pokazano przykład zabudowania wnętrza istniejących elementów mechanicznych.

W metalu wykonano następujące części składowe zespołu konstrukcyjnego, służącego do zabudowy elektrowrzeciona:

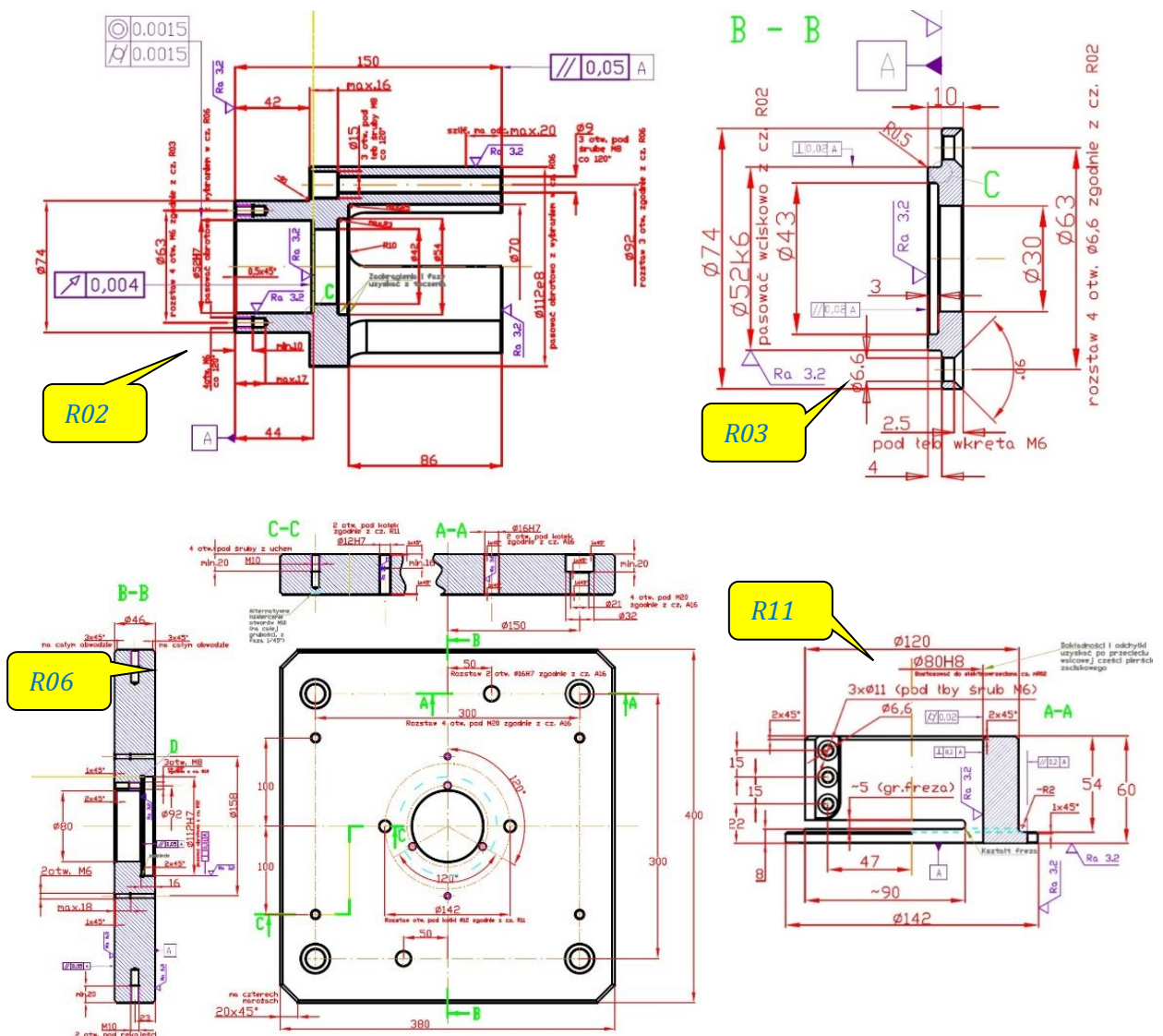
- cz. *R02* Tulejowy element umożliwiający zabudowę łożysk i połączenie wirnika elektrowrzeciona z uchwytem przedmiotu (*ru*)
- cz. *R03* Pokrywa tulei umożliwiająca zamocowanie zespołu łożysk
- cz. *R06* Płyta dodatkowa umożliwiająca zamocowanie elektrowrzeciona do suwaka *A16*
- cz. *R11* Element zaciskowy zabezpieczający elektrowrzeciono przed obrotem przez zaciskanie na walcowej powierzchni jego obudowy – jest to sposób zalecany przez większość producentów elektrowrzecion. Współosiowość i prostopadłość elektrowrzeciona do płyty suwaka *A16* będzie zapewniona przez pasowanie elektrowrzeciona w otworze płyty mocującej *R06*, do której element zaciskowy *R11* jest przytwierdzony.

Rysunki 2D wymienionych powyżej części pokazano na Rys. 8.

Elektrowrzeciona nie mogą być obciążane siłami osiowymi o takich wartościach, które występują przy tarciovym zgrzewaniu doczołowym. Dlatego dostawca elektrowrzeciona musi zaprojektować odpowiednią konstrukcję przeniesienia siły osiowej na korpus zgrzewarki. Propozycja konstrukcyjna, która została zgłoszona na Rys. 7b, umożliwia poprawne działanie elektrowrzeciona w zgrzewarce.



Rys. 7. Mocowanie elektrowrzeciona: a) wykonane w metalu elementy konstrukcyjne mocowania w suwaku **A16**, b) propozycja przeniesienia siły osiowej na suwak przez zespół łożysk tocznych; 1—fabryczny uchwyt elektrowrzeciona, 2—sprzęgło, 3—wałek łożyskowy zintegrowany z uchwytem przedmiotu (**ru**)

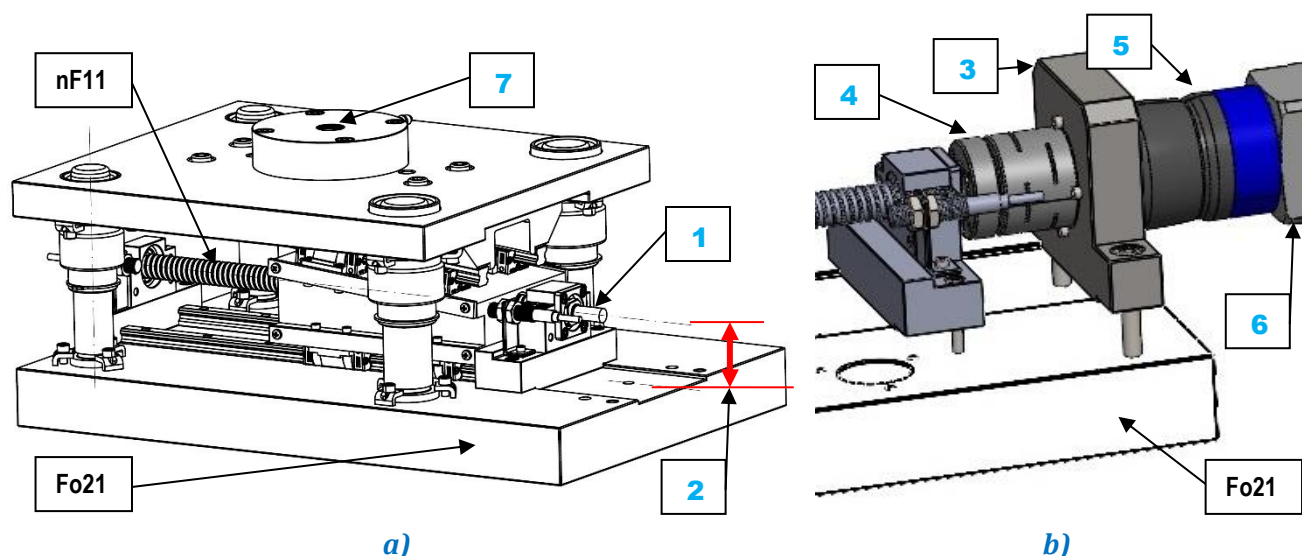


Rys. 8. Rysunki wykonawcze czterech już wykonanych w metalu części **R02**, **R03**, **R06** i **R11**, które należy użyć do zamocowania elektrowrzeciona w uchwycie przedmiotu (**ru**)

Mocowanie napędu ruchu posuwowego

Jak wynika z Rys. 2 zespół konstrukcyjny, który jest odpowiedzialny za przemieszczanie zgrzewanego przedmiotu (*st*), spoczywa na płaskiej powierzchni stołu stanowiącego dolną część ramowego korpusu. W czasie ruchu posuwowego zachodzi tarcie i spęczanie, a więc najważniejsze fazy zgrzewania tarcowego.

Na Rys. 9 pokazano zestaw elementów mechanicznych, które wykonano w metalu, żeby uzyskać oczekiwany efekt przemieszczania ku górze przedmiotu (*st*), zamocowanego w dolnym uchwycie (Rys. 3). Mechanizmy należy wprawić w ruch przez podłączenie oferowanego serwonapędu do zakończenia **1** śruby pociągowej *nF11*. Śruba pociągowa służy do uruchomienia mechanizmu klinowo—śrubowego, który zamocowano do płyty dolnej *Fo21* uniwersalnej oprawy czterostupowej. Oś wału silnika serwonapędu musi znaleźć się na odpowiedniej wysokości nad powierzchnią płyty dolnej *Fo21* co wskazano wstawiając wymiar **2** na Rys. 9a. Do zamocowania zespołu napędowego w płycie dolnej *Fo21* przewidziano odpowiednie otwory. Wykorzystując te otwory, dostawca serwonapędu powinien zaprojektować stosowny uchwyt zespołu silnikowego, który należy wyprowadzić poza obręb oprawy uniwersalnej. Na Rys. 9b pokazano propozycję konstrukcji przeniesienia napędu na śrubę z wykorzystaniem uchwytu **3** zamocowanego do płyty dolnej *Fo21*. Przykładowe rozwiązanie zawiera sprzęgło **4**, przekładnię planetarną **5** i silnik serwonapędu **6** śruby pociągowej *nF11*.



Rys. 9. Zespół konstrukcyjny realizujący ruch posuwowy: a) wykonane w metalu elementy konstrukcyjne zamocowane w uniwersalnej oprawie słupowej, b) propozycja przeniesienia na oś śruby pociągowej *nF11* napędu z zespołu silnikowego zamocowanego do płyty dolnej *Fo21* uniwersalnej oprawy; 1—zarobione zakończenie śruby pociągowej, 2—wysokość położenia osi śruby ponad powierzchnię płyty, 3—uchwyt zespołu silnikowego, 4—sprzęgło, 5—przekładnia, 6—silnik

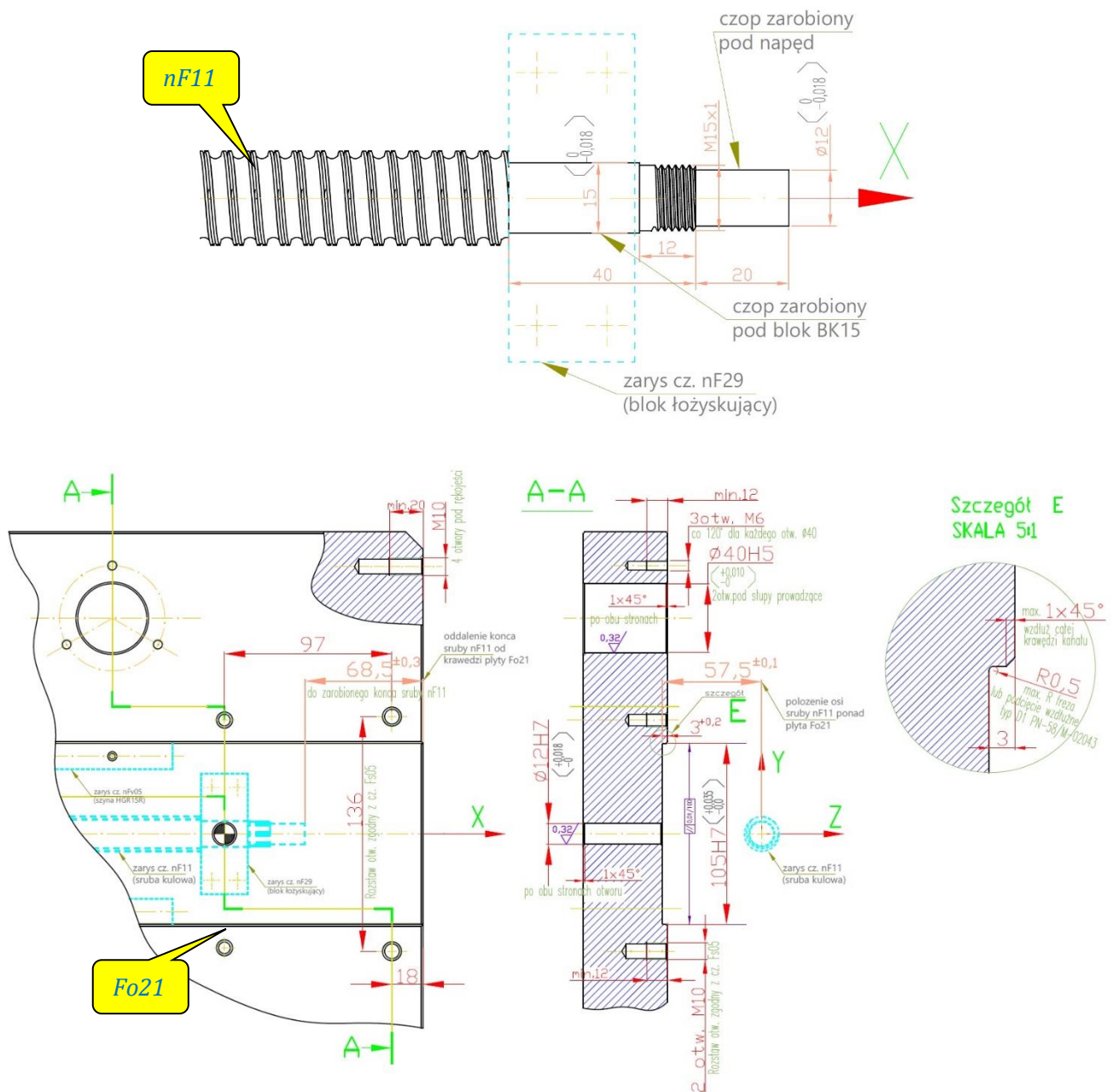
Dopasowanie mocowania elementów elektromechanicznych oferowanego serwonapędu umożliwią odpowiednie rysunki elementów mechanizmu klinowo—śrubowego, tzn.:

- zakończenia śruby pociągowej *nF11*
- prawej (wydłużonej) strony płyty dolnej *Fo21*

Rysunki 2D wymienionych powyżej części pokazano na Rys. 10.

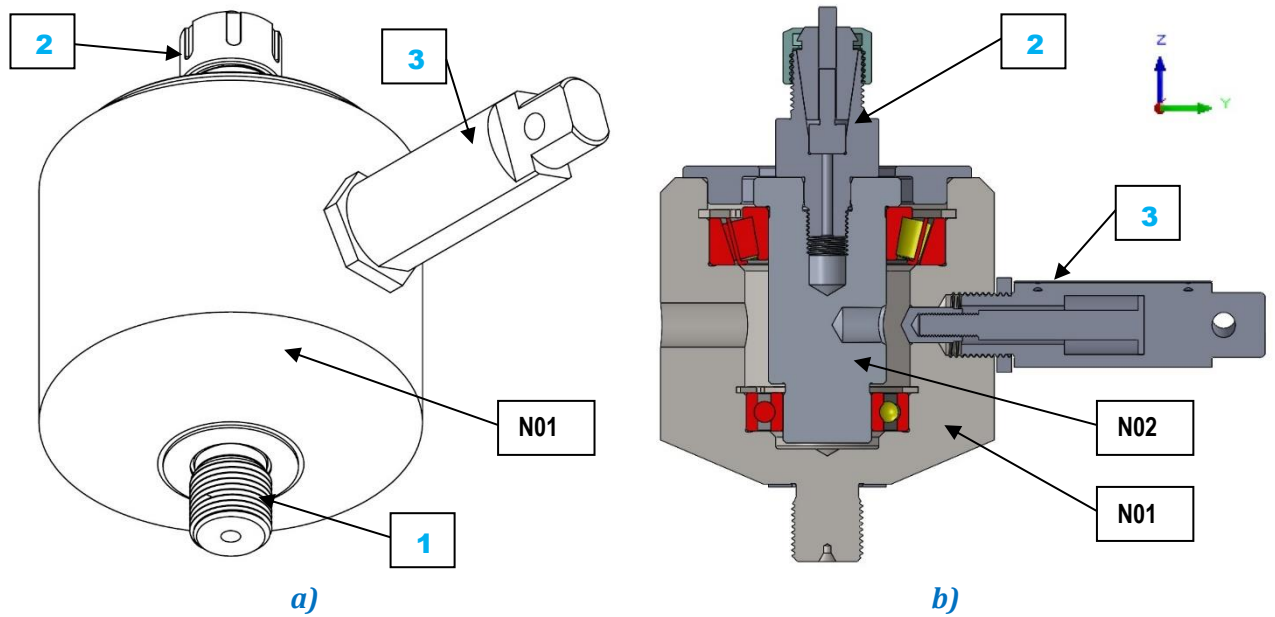
Mocowanie napędu ruchu pomocniczego

Rys. 2 pokazuje, że zespół konstrukcyjny realizujący ruch posuwowy (patrz złożenie na Rys. 9a) jest wyposażony w imak zgrzewanego przedmiotu (*st*). Imak osadzono na górnej płycie uniwersalnej oprawy słupowej za pośrednictwem krążkowego elementu (poz. **7** na Rys. 9a).



Rys. 10. Rysunki wykonawcze wykonanych w metalu części **nF11** i **Fo21**, które należy użyć do zamocowania serwonapędu dla zapewnienia posuwu przedmiotu (**st**)

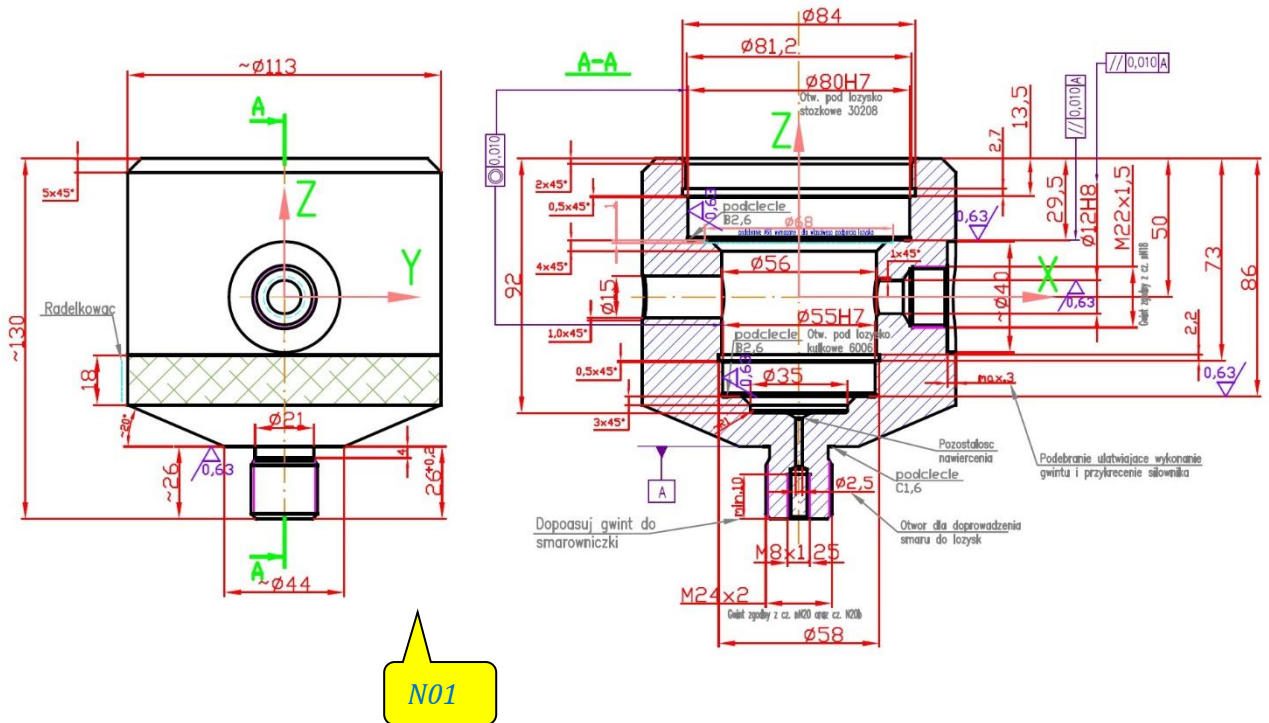
Kompletny imak zaprezentowano na Rys. 11. Gwintowany trzpień **1** umożliwia połączenie z zespołem ruchu posuwowego. Element konstrukcyjny **N01** ma kształt kielicha, w którego wnętrzu przewidziano umieszczenie mechanizmu umożliwiającego obrót wokół osi, aby uczynić imak obrotowym. Przykładową zabudowę wnętrza kielicha **N01** pokazuje Rys. 11b. Dwustopniowy wałek **N02** użyto do obsadzenia łożysk zdolnych do przenoszenia obciążenia wzdłużnego. Dzięki temu na obudowę imaka jest przenoszona osiowa siła zgrzewania tarcowego, która pochodzi od przedmiotu (**st**) umieszczonego w uchwycie **2** z tulejką zaciskową. Na obwodzie wałka **N02** wykonano otwór boczny, w który może być wprowadzany kiel sprężła kłowego. Kiel, który blokuje obrót wałka **N02**, zamontowano na tłoczysku siłownika **3** (w omawianej propozycji jest to siłownik pneumatyczny, który pokazano w stanie rozłączenia sprężła kłowego).



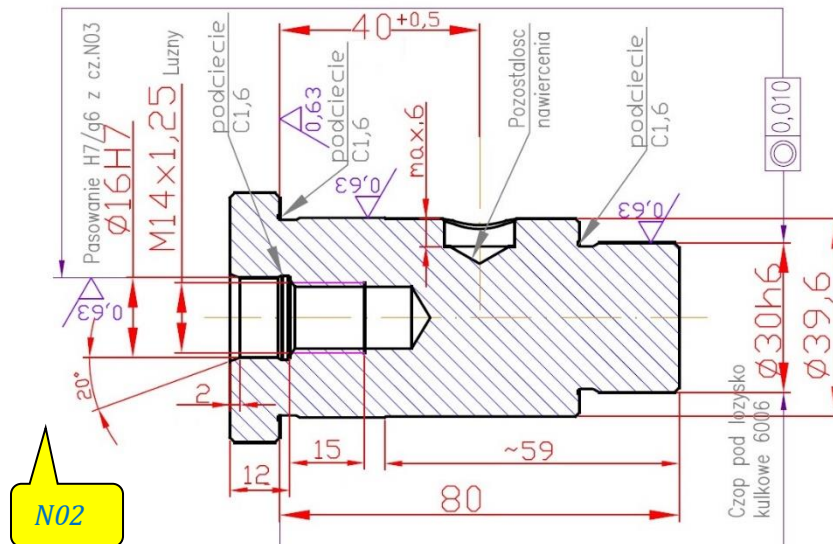
Rys. 11. Imak obrotowy z uchwytem zgrzewanego przedmiotu (*st*) wyposażony w napęd ruchu pomocniczego: a) przyłączenie siłownika do kielichowej obudowy imaka, b) propozycja przyłączenia napędu ruchu pomocniczego do kielichowej obudowy imaka; 1— gwintowany trzpień, 2— uchwyt przedmiotu (*st*) z tulejką zaciskową, 3— siłownik ruchu pomocniczego

Oferowany napęd ruchu pomocniczego, a więc rozłączające sprzęgło kłowe, należy przyłączyć do obrotowego imaka i wyposażyć go w uchwyt zgrzewanego przedmiotu (*st*). Wykonane w metalu, podstawowe elementy mechaniczne imaka obrotowego, tj.

- kielichowa tuleja *N01*
 - wałek łożyskowy *N02*
- przedstawiono w postaci rysunków 2D na Rys. 12.



N01



Rys. 12. Rysunki wykonawcze wykonanych w metalu części **N01** i **N02**, które należy użyć do zamocowania napędu dla ruchu pomocniczego

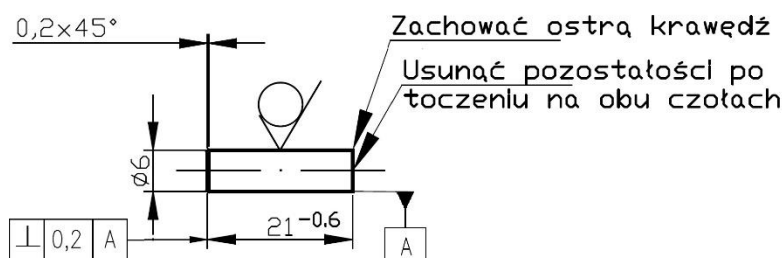
CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia będzie dostawa elektromechanicznych elementów do układów napędu płynowego oraz elektrycznego, które będą realizować napędy ruchów roboczych (obrotowego, posuwowego i pomocniczego) w badawczej zgrzewarce pod kontrolą odpowiedniej aparatury sterującej.

Dostarczone komponenty elektromechaniczne powinny mieć możliwość:

- zamocowania w istniejącej mechanicznej „skorupie” dla badawczej zgrzewarki. To otoczenie mechaniczne dla obecnie zamawianych napędów zostało utworzone przez zmontowanie wcześniej wykonanych w metalu zespołów konstrukcyjnych badawczej zgrzewarki
- powiązania z uchwytami zgrzewanych przedmiotów:
 - a. przedmiotu ruchomego, wprawianego w ruch obrotowy, który jest uzyskiwany przez działanie elektrowrzeciona
 - b. przedmiotu stałego poddawanego ruchowi posuwowemu, który jest uzyskiwany przez działanie napędu elektrycznego dobrane dla mechanizmu klinowo—śrubowego oraz ruchowi pomocniczemu, który jest uzyskiwany przez działanie napędu płynowego (hydraulicznego lub pneumatycznego)

Dostarczone uchwyty przedmiotowe powinny zapewniać zamocowanie przedmiotów walcowych o wymiarach podanych na Rys. 13. Zaleca się mocowanie przez zaciskanie z zastosowaniem elementów zunifikowanych systemu ER o wielkości ER16. Taki sposób mocowania pokazano na Rys. 3. Przekrój na Rys. 3b dodatkowo sugeruje, że należy dostarczyć odpowiednie elementy dystansowe, które umożliwią podparcie przedmiotów, a wymiary tych dystansów zapewnią wystawienie przedmiotów z uchwytów w zakresie typowym dla zgrzewania tarcowego.



Rys. 13. Przedmioty przeznaczone do mocowania w uchwytach zgrzewarki badawczej

Informacje o dopasowaniu konstrukcyjnym dostarczonych elementów elektromechanicznych dostawca powinien pozyskać z analizy istniejącej konstrukcji. Dlatego w poprzednim rozdziale zaprezentowano

wybrane rysunki techniczne już wykonanych w metalu elementów składowych zespołów mechanicznych dla zgrzewarki.

SPECYFIKACJA TECHNICZNA

Cyklogramy, wymagane dla zgrzewania tarciovego metali UFG, odbiegają od cyklogramów, według których działają zgrzewarki przemysłowe. Dlatego maszyna technologiczna budowana do zgrzewania metali UFG musi zawierać zupełnie innego rodzaju napędy i specyficzne wykonanie sterowania.

Poniższy wykaz wymagań odnośnie napędów należy traktować jako założenia projektowe do przygotowania dostawy „sterowania i napędów”, w której kluczową sprawą jest

1. dobór właściwych elektromechanicznych elementów do potrzebnych układów napędowych
2. powiązanie tych elementów elektromechanicznych z istniejącymi zespołami konstrukcyjnymi
3. przeniesienie napędów na uchwyty przedmiotowe
4. dobór sterownika PLC/NC z wizualizacją (panel operatorski HMI) do obsługi wszystkich trzech rodzajów ruchu roboczego
5. dostarczenie rozszerzenia dla PC (do programowania funkcji PLC na komputerze PC)
6. montaż aparatury obsługowo-sterowniczej w jednej skrzynce elektrycznej (rozdzielnia sterująca)
7. dostawa kompletów okablowania przyłączeniowego (przewody komunikacyjne i zasilające zainstalowane wraz z sensoryką sterowniczą na stanowisku do zgrzewania)
8. montaż wyposażenia elektrycznego (zasilacze z zabezpieczeniem przenoszenia sygnałów elektrycznych i energii, mechaniczne elementy obwodu elektrycznego)
9. montaż wyposażenia do sterowania płynowego (przewody ciśnieniowe, armatura przyłączeniowa, zawory rozdzielające sterowane elektromagnetycznie).

Ruch obrotowy

Maksymalna wartość prędkości obrotowej zgrzewanego przedmiotu wirującego ma sięgać zakresu **21 000 ÷ 24 000 obr/min**. Przedmiot ruchomy należy wprawiać w ruch obrotowy przy użyciu elektrowrzeciona o mocy napędu ok. **1,5 kW**. Obciążenie mechaniczne zgrzewania ma być przenoszone na ramową strukturę korpusu prasy mechanicznej. Mocując uchwyt przedmiotowy i elektrowrzeciono należy przyjąć, że obciążenie osiowe nie przekroczy **20 kN**. Czoło zamocowanego przedmiotu ruchomego nie powinno być oddalone od dolnej powierzchni suwaka na odległość większą niż **130 mm**.

Ruch posuwowy

Maksymalne obciążenie przy jakim będzie pracowała dolna część zgrzewarki wynosi **50 kN** – jest to szacunkowa wartość planowanego największego docisku jaki będzie potrzebny do zgrzewania przedmiotów z metalu UFG. Całkowite przesunięcie w pionie dolnej części urządzenia technologicznego wynosi **12 mm**. Rzeczywista wartość przesunięcia mechanizmu klinowego w pionie, odbywającego się pod maksymalnym obciążeniem nie przekroczy przybliżonej wartości ok. **2 mm** – odpowiada to amplitudzie dolnych wykresów na cyklogramach (Rys. 4, Rys. 5, Rys. 6). Czoło zamocowanego w uchwycie przedmiotu stałego nie powinno być oddalone od dolnej powierzchni suwaka na odległość większą niż **400 mm**.

Ruch pomocniczy

Siła potrzebna do rozłączenia sprzęgła kłowego nie powinna być mniejsza niż **0,2 kN**. Należy zapewnić przemieszczenie kła co najmniej **15 mm**.

Przykładowe komponenty

Przykładowe komponenty wymagające zakupu w ramach dostawy zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Elementy wyposażenia wymagające zakupu i przykładowe parametry

Lp.	Nazwa
1	Elektrowrzeciono (około 1,5kW, 24000 obr/min)
2	Falownik
3	Serwomotor >1.35 Nm, minimum 6000 obr/min
4	Przekładnia planetarna dwustopniowa $i=15$, standard MF, $M_n= 17 \text{ Nm}$, $M_b=51 \text{ Nm}$,
5	Serwowzmacniacz z enkoderowym sprzężeniem zwrotnym i zintegrowanym zasilaniem
6	Siłownik pneumatyczny, skok minimum 15 mm
7	Rozdzielacz pneumatyczny sterowany elektromagnetycznie
8	Sterownik PLC
9	Panel HMI
10	Oprogramowanie do komunikacji z panelem HMI i programowania PLC
11	Skrzynka elektryczna (rozdzielnica)
12	Komplet okablowania oraz przyłączy
13	Zasilacze