

## Opis przedmiotu zamówienia

Przedmiotem zamówienia publicznego o nr postępowania: **ZP\_7\_2023\_WMT-ITW**, jest wykonanie i dostawa:

### **Narzędziowego oprzyrządowania technologicznego do operacji ECAP i procesów wspomagających**

przeznaczone do procesu technologicznego wytwarzania miedzi UFG z główną operacją ECAP i operacji pozostałych, służących przygotowaniu wsadów do zgrzewania tarcowego na wytworzonym w projekcie unikatowym stanowisku do zgrzewania metali ultradrobnoziarnistych zgodnie ze strategią wykorzystania dużej energii w krótkim czasie.

## WPROWADZENIE

Zgodnie z założeniami projektu planowane próby zgrzewania tarcowego 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 (tzw. miedź UFG). Jest to nowa klasa metalu, który nie jest jeszcze dostępny w handlu, więc będzie wytworzony w ramach projektu. Miedź UFG będzie pozyskiwana wg procedur technologicznych opracowanych w ośrodku akademickim, w którym osadzono projekt nt. zgrzewania tarcowego metali UFG.

Miedź UFG zostanie uzyskana w wielozabiegowym procesie technologicznym typu SPD, którego prowadzenie wymaga zastosowania specyficznego oprzyrządowania narzędziowego. Jest to oprzyrządowanie wspomagające operację ECAP, która jest operacją główną w procesie SPD. Inne zaś elementy narzędziowe posłużą do wykonania operacji pozostałych, których celem będzie przygotowanie z miedzi UFG obróbką plastyczną przedmiotów do zgrzewania tarcowego, o kształcie i wymiarach odpowiednich do wykorzystania w prototypowej zgrzewarce W2M, wykonanej w projekcie.

Dostarczone elementy narzędziowego oprzyrządowania technologicznego, przeznaczone dla wskazanych operacji kształtowania, wyłoniony dostawca jest zobowiązany dostosować, do:

- 1) przyrządów badawczych, eksploatowanych na maszynach technologicznych zamawiającego
- 2) czujników, które zainstalowano w przyrządach badawczych, użytkowanych na maszynach technologicznych zamawiającego.

Szczególnie ważny dla zamawiającego jest punkt (2). Wszystkie bowiem operacje kształtowania są prowadzone pod kontrolą – zintegrowanego z oprzyrządowaniem technologicznym – mikroprocesorowego systemu kontrolno-pomiarowego. Dla zamawiającego istotnym jest, aby pozyskiwanie danych doświadczalnych o przebiegu kształtowania stanowiskowymi układami rejestracji parametrów było dokładne i wiarygodne. Dlatego poniżej zamieszczono opis wymogów w zakresie wyposażenia w narzędziowe oprzyrządowanie technologiczne stanowisk badawczych, które u zamawiającego będą wykorzystywane w procesie SPD i operacjach post-SPD, służących do wytworzenia przedmiotów do zgrzewania z miedzi UFG.

Zamieszczone poniżej – niekiedy dość szczegółowe informacje – umożliwią dostawcy właściwe określenie specyfikacji technicznej narzędziowego oprzyrządowania technologicznego. Należy zaznaczyć, że wszystkie potrzebne elementy narzędziowe są przeznaczone do wykonywania operacji obróbki plastycznej w odniesieniu do metalu UFG, a więc o właściwościach mechanicznych jeszcze nie całkiem rozpoznanych. Dlatego przy ich projektowaniu i wykonaniu należy zapewnić wysoką jakość, dokładność i trwałość. Aby zapewnić spełnienie oczekiwań, zamawiający sformułował odpowiednie warunki odbioru technicznego, które spisano w oddzielnym załączniku Zał. 1 do OPZ.

## CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest wykonanie i dostawa narzędziowego oprzyrządowania technologicznego do operacji procesu technologicznego SPD i pozostałych operacji obróbki plastycznej, niezbędnych do przygotowania z miedzi UFG przedmiotów do zgrzewania. Dostawca narzędziowego oprzyrządowania technologicznego musi zagwarantować łatwość montażu elementów w różnych przyrządach badawczych i właściwe powiązanie ze stanowiskowymi czujnikami, mierzącymi parametry mechaniczne i cieplne. W niektórych przypadkach będzie konieczne zaprojektowanie odpowiednio dobranych elementów mocujących, albo zastosowanie opraw uniwersalnych wyposażonych we własne prowadzenie. Należy przy tym zwrócić uwagę na szczególne wymagania operacji kształtowania plastycznego na zimno. Wiadomo, że operacja wyciskania metalu, szczególnie o ultra drobnym ziarnie, musi odbywać się z ekstremalnie dużymi obciążeniami roboczych powierzchni narzędzi kształtujących. Dlatego stemple muszą uzyskać odpowiednie obsadzenie, a matryce powinny być dostarczone w wykonaniu wzmocnionym przez obciskanie. Dostawca zatem powinien zapoznać się przeznaczeniem technologicznym poszczególnych stanowisk badawczych, do których ma dostarczyć narzędziowe oprzyrządowanie technologiczne. Oczekuje się, że wyłoniony dostawca samodzielnie przygotuje wskazane stanowiska badawcze do przeprowadzenia odbiorczych testów kształtowania plastycznego. Obejmuje to nie tylko właściwy montaż dostarczonych elementów narzędziowych i ich obsad, ale również czujników rejestrujących parametry procesowe stanowiska.

Poniżej przybliżono parametry kształtowania plastycznego co umożliwi usystematyzować wiedzę nt. zakresu zmienności wielkości fizycznych, a zwłaszcza doboru specyfikacji technicznej oferowanych dla nich elementów technicznych. O wyborze stanowisk, które wymagają dozbrojenia narzędziowego, zdecydowały podstawowe dwa czynniki:

- 1) wymiary wyprasek z miedzi UFG, z których można będzie uzyskać przedmioty do zgrzewania, a które mogą być wytworzone w procesie technologicznym SPD z operacją główną ECAP,
- 2) konieczność ustabilizowania mikrostruktury, która po operacjach ECAP jest skażona obecnością monotonicznego systemu poślizgów, a który celowo w procesie SPD uaktywniano dla uzyskania ultra drobnego ziarna.

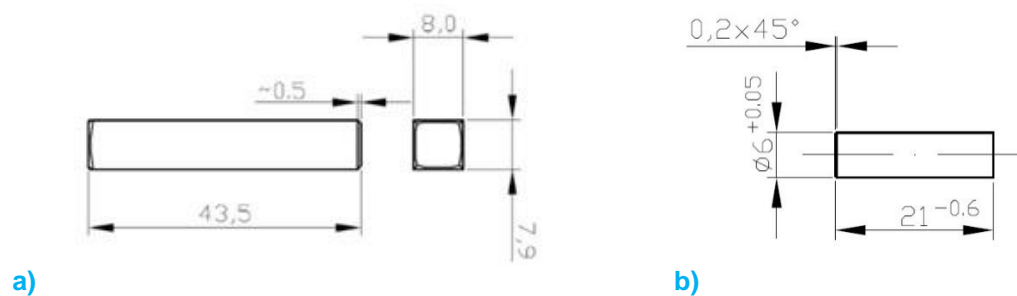
Wymienione wyżej wymogi uwzględnia kształtowanie plastyczne, prowadzone metodą wyciskania współbieżnego wyprasek prętowych. Dlatego do uzbrojenia w nowe narzędzia zostały wytypowane właśnie te stanowiska badawcze, na których wyciskanie może być prowadzone. Wielkość odkształcenia dla wyciskania – a jest to parametr niezbędny do zaprojektowania narzędzi kształtujących – zależy od wymiarów wstępniaka i wypraski. Dostawca narzędzi, oprócz rozwiązania zagadnienia geometrycznego, będzie musiał również zmierzyć się z problemem natury technologicznej, ponieważ możliwości kształtowania plastycznego miedzi UFG nie są

dostatecznie dobrze rozpoznane. Dlatego zamawiający wymaga uczestniczenia dostawcy w próbach technologicznych i wniesienia poprawek w geometrii roboczych części narzędzi kształtujących, w przypadku występowania pęknięć w wyciskanych przedmiotach. Pozostałe dozbrajane operacje kształtowania plastycznego nie są już obwarowane, tak ostrymi restrykcjami technologicznymi.

## Wyciskanie współbieżne

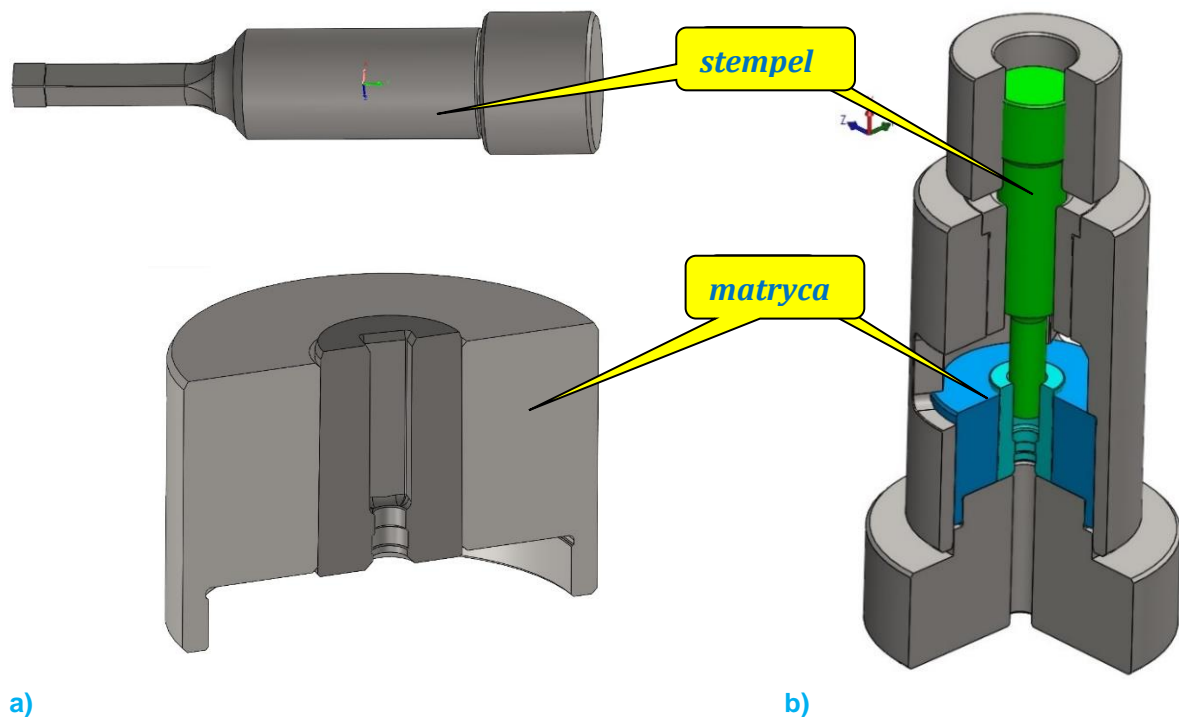
### Wyciskanie przedmiotów do zgrzewania

Gotowe przedmioty do zgrzewania mogą być wyciskane współbieżnie z użyciem wyprasek UFG małego rozmiaru #8. Typowe wymiary wyprasek, które są uzyskiwane w procesie technologicznym SPD z operacją główną ECAP dla wsadów małego rozmiaru o kwadratowym przekroju poprzecznym i boku 8 mm, pokazano na Rys. 1a. Wymiary zaś walcowego przedmiotu do zgrzewania tarcowego doczołowego zaprezentowano na Rys. 1b. Wyciskanie z redukcją kwadratowego przekroju poprzecznego rozmiaru #8 na przekrój kołowy o średnicy 6 mm powinno być możliwe nawet w przypadku miedzi UFG. Przy okazji zastosowanego odkształcenia plastycznego przy tym wyciskaniu, zostanie osiągnięte oczekiwane przemodelowanie mikrostruktury, pozbawiające materiał UFG aktywnych pasm poślizgu.



Rys. 1. Wymiary prostokątnego wstępnika z miedzi UFG (a) i walcowej wypraski (b) na przedmiot do zgrzewania

Wyciskanie wymaga wykonania stempla i matrycy, których modele pokazano na Rys. 2a. Założono, że małe gabaryty kształtowanego przedmiotu do zgrzewania umożliwią jego wyciskanie w istniejącym przyrządzie obsługiwany ręcznie. Taki przyrząd wykonano we wcześniejszej fazie projektu, kiedy to prowadzono wstępne zgrzewanie na zgrzewarce przemysłowej HWH. Przyrząd w tym wykonaniu (nazwany ftRT) pokazano na Rys. 2b.



**Rys. 2. Przygotowanie wyciskania współbieżnego przedmiotów do zgrzewania tarcowego:**  
**a) modele narzędzi, tj. stempel i matryca, b) model przyrządu *ftRT* używanego do wyciskania we wcześniejszej fazie projektu**

W ramach tego zadania należy dostarczyć zestaw narzędziowy składający się ze (1) stempla i (2) matrycy oraz (3) posadowienie, które umożliwi pomiar siły wyciskania za pomocą tensometrycznego przetwornika 500 kN o budowie tarczowej.

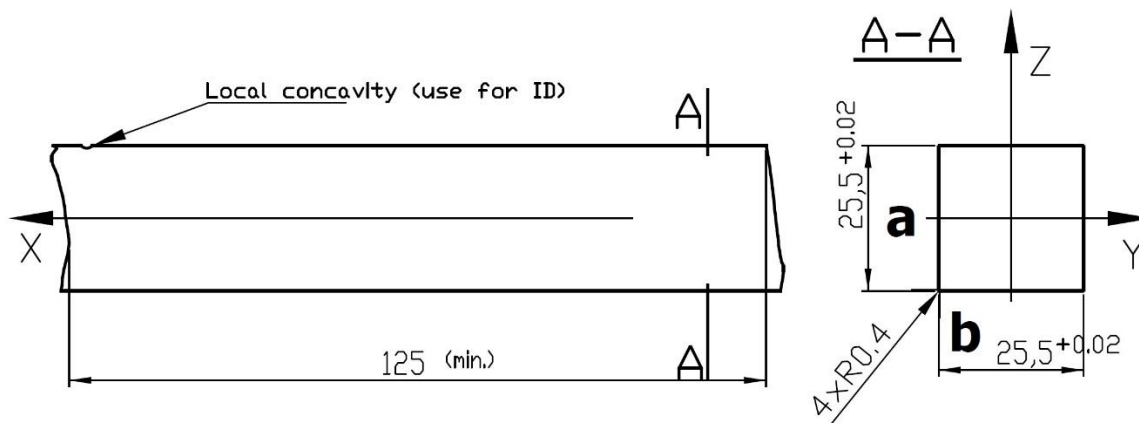
Stempel – może być jednolity, czyli wykonany wg. propozycji pokazanej na górnym rysunku Rys. 2a. Zalecane jest dostarczenie wersji dwuczęściowej, w której część robocza jest oddzielona od części prowadzącej z gwintowaną główką do nakręcenia nakrętki regulującej zakres skoku roboczego przy wyciskaniu. Dzięki temu jedna część chwytowa będzie mogła przy wyciskaniu obsługiwać inne zestawy narzędziowe.

Matryca – jest szczególnym komponentem zestawu narzędziowego. Składa się z wkładki matrycowej i pierścienia obciskającego (zespół matrycowy pokazano w złożeniu na dolnym rysunku Rys. 2a). Dla osiągnięcia właściwej nośności wkładka musi być osadzona z odpowiednim wciskiem w ujednoczonej obejmie, o kształcie umożliwiającym centrowanie zespołu matrycowego w przyrządzie. Proponuje się wykonanie połączeń wkładek z obejmą za pomocą technologii opracowanej w ZOPIO/ITW-WMT/PW. Sposób przygotowania wkładki i obejmę do osadzenia z odpowiednim wciskiem będzie opisany w dostarczonym dokumencie instrukcyjnym. W przypadku zastosowania innej technologii wykonania matrycy wzmocnionej – należy dostarczyć protokół doświadczalnego obciążenia matrycy ciśnieniem o wartości 1,2 raz większym od nominalnego, które w otworze matrycy będzie panowało przy wyciskaniu miedzi UFG.

Posadowienie – ma umożliwić pomiar siły bez utrudniania odprowadzania wyciskanej wypraski. Siła wyciskania jest przenoszona na element pomiarowy za pomocą połączenia z gwintem M72×4. W konstrukcji korka wkręcanego w ten gwint należy przewidzieć otwór, przez który wyciskane wypraski walcowe będą mogły być odprowadzane grawitacyjnie.

## Wyciskanie półwyrobów do zgrzewania

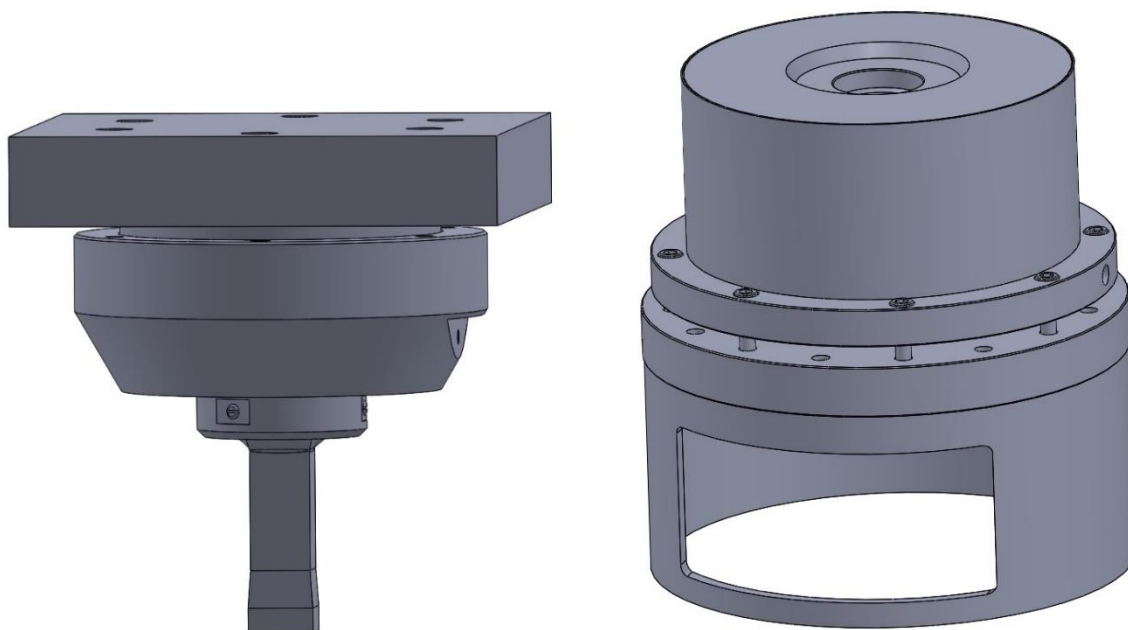
Drugim, testowanym w projekcie, sposobem pozyskiwania wsadów z miedzi UFG jest użycie procesu technologicznego SPD z operacją ECAP dużego rozmiaru #26. W tym procesie wsady mają kwadratowy przekrój poprzeczny o boku  $\sim 26$  mm (Typowe wymiary wsadu UFG dużego rozmiaru pokazano na Rys. 3). Tym drugim sposobem przygotowują przedmioty z miedzi UFG, dla których otrzymano obiecujące wyniki zgrzewania we wstępnej fazie projektu. Tutaj także wyciskanie współbieżne może pomóc w usunięciu skażenia materiału UFG aktywnymi pasmami poślizgu, które utrudniają tarciove zgrzewanie doczołowe.



**Rys. 3. Wymiary prostokątnej wypraski z miedzi UFG (wsad po zakończeniu procesu SPD z operacją ECAP dużego rozmiaru #26)**

Wyciskanie przedmiotów o dużych przekrojach poprzecznych wymaga dużych sił i z tego względu musi być prowadzone w przyrządach spełniających wymagania bezpiecznej pracy. Dlatego potrzebny będzie przyrząd wykonany w standardzie przemysłowym, który będzie można użytkować na prasach dostępnych u zamawiającego. Wymagania te spełnia dwuczęściowy przyrząd pokazany na Rys. 4.

Przyrząd nie ma własnego prowadzenia. Narzędzia będą prowadzone przez prowadnice suwaka prasy. Stempel obsadzony w obejmie tworzy wraz z płytą część głowicową, która ma być połączona z suwakiem prasy. Zespół matrycy wzmocnionej przez obciskanie jest posadowiony na tulei z oknem. Takie rozwiązanie umożliwi grawitacyjne odprowadzanie wyciśniętych wyprasek, ponieważ w stole przewidzianej do wyciskania prasy hydraulicznej o nacisku 630 kN nie ma otworu. Z uwagi na duże rozmiary przyrząd powinien być otwierany działaniem suwaka. Wystarczy, żeby część górna przyrządu była zamocowana do suwaka, a część dolna – do stołu prasy.



a)

b)

Rys. 4. Dwuczęściowy przyrząd do wyciskania bez własnego przewodzenia: a) część głowicowa ze stemplem zamocowanym w obsadzę połączonej z płytą mocującą górną część w suwaku prasy, b) część matrycowa osadzona na tulei z oknem do wyjmowania wyciśniętych wyprasek

Redukcja #26 → 20 mm powinna zapewnić porównywalny efekt przemodelowania mikrostruktury, pozbawiający materiał UFG aktywnych pasm poślizgu, jak w przypadku małego rozmiaru.

### **Wyciskanie z powiększonym odkształceniem**

Istnieje obawa, że redukcje przekroju poprzecznego, zaplanowane w przyrządach ftRT (obsługiwanych ręcznie) i WWko (bezpiecznie mocowanym na prasie), mogą nie być wystarczające do pożądanego przemodelowania mikrostruktury. Dlatego planuje się zastosowanie większego odkształcenia, przez wyciśnięcie przedmiotu do zgrzewania o mniejszej średnicy, np.  $\varnothing 5$  mm. Na stanowisku badawczym do zgrzewania można przecież spajać przedmioty walcowe o średnicach mniejszych od 6 mm. To powiększone odkształcenie powinno być zrealizowane w bezpiecznej, najlepiej słupowej oprawie. Pożądane jest dostarczenie zespołu matrycy do wyciskania z redukcją #8 mm →  $\varnothing 5$  mm, przystosowanej do mocowania w oprawie przyrządu wskazanego przez zamawiającego. Do tego wyciskania należy zaplanować użycie stempla dzielonego, który przewidziano do wykonania dla przyrządu ftRT. Alternatywnie dostawca może wykonać wzmocnioną matrycę umożliwiającą prowadzenie zamierzonego wyciskania z redukcją #8 mm →  $\varnothing 5$  mm dla przyrządu wskazanego na Rys. 2.

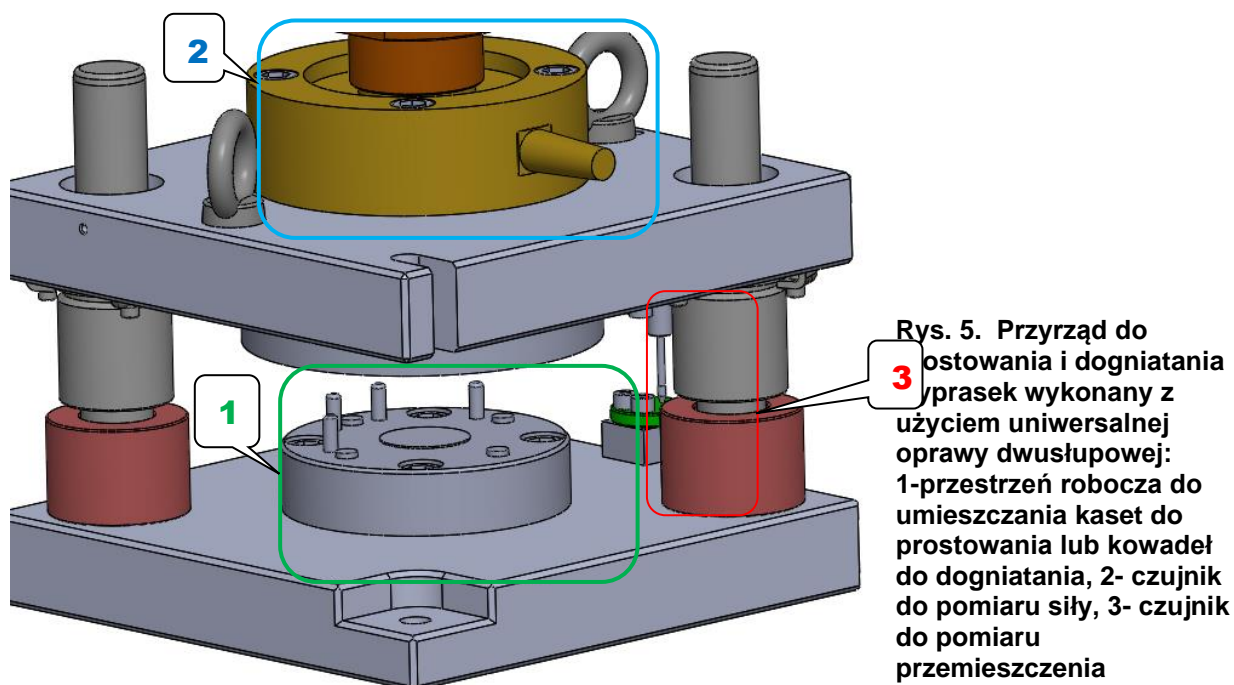
### **Prostowanie przedmiotów**

Niekorzystnym efektem geometrycznym operacji ECAP jest wyginanie wyprasek. Ta niezamierzona deformacja uniemożliwia prawidłowe osadzenie materiału wsadowego (tj. wstępniaka) w kontenerze matrycy do wyciskania. Wstępniak nie tylko powinien być dopasowany wymiarowo, ale również pozbawiony wad geometrycznych na końcach. W przeciwnym razie



uzyskiwana przez wyciskanie wypraska walcowa będzie nierówna i zniekształcona. Dlatego wymagane jest odpowiednie przygotowanie wyprasek po zakończeniu operacji ECAP, a przed wyciskaniem. Odpowiedni kształt można prostopadłościennym wypraskom przywracać przez wyginanie i dogniatanie.

Wygięcie (szablowatość) w skuteczny sposób jest oddalane przez gięcie trójpunktowe. Ta metoda prostowania jest łatwa do przeprowadzenia na maszynie wytrzymałościowej, ale tylko w przypadku wyprasek małego rozmiaru #8. Wypraski dużego rozmiaru #26 wymagają dużo większych sił, co z jednej strony czyni operację prostowania niebezpieczną (1), a z drugiej zaś strony powoduje kaleczenie powierzchni bocznej wyprasek (2). Rozwiązaniem dla problemu (1) jest prowadzenie wyginania wypraski zamkniętej w kasecie. Problem zaś (2) można oddalić stosując korygowanie powierzchni przez dogniatanie. Do skutecznego i bezpiecznego wykonywania obu operacji korygujących kształt dużych wyprasek po ECAP niezbędny jest uniwersalny przyrząd (wykonany z zastosowaniem oprawy z prowadzeniem słupowym dwóch płyt). W przestrzeni narzędziowej oprawy będzie można wymiennie osadzić kasetę z prostowaną wypraską i kowadła do dogniatania. Taką konfigurację zaprezentowano na Rys. 5.



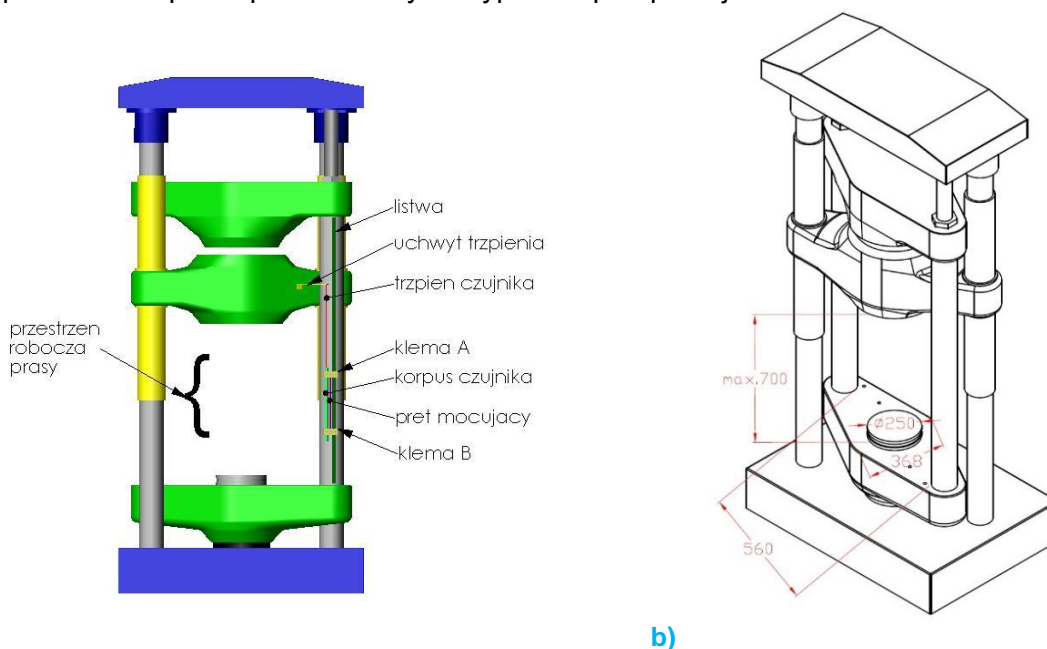
Do płyt oprawy zamocowano talerze umożliwiające szybkie i bezpieczne wstawianie kaset do prostowania lub kowadeł do dogniatania. Przewiduje się wykorzystywanie kaset dla wyprasek zarówno dużego jak i małego rozmiaru. Dostawca przyrządu powinien przewidzieć zamocowanie czujników w oprawie – na Rys. 5 zaproponowano miejsca ich osadzenia. Dostarczoną oprawę należy przystosować do mocowania w przestrzeni roboczej prasy z dolnym napędem hydraulicznym o nacisku 1000 kN.

## MASZYNY TECHNOLOGICZNE

Stanowiska badawcze, które wytypowano do dobrojenia w narzędzia i czujniki, zostały zbudowane na bazie rozmaitych maszyn technologicznych. Są to zarówno maszyny ogólnego

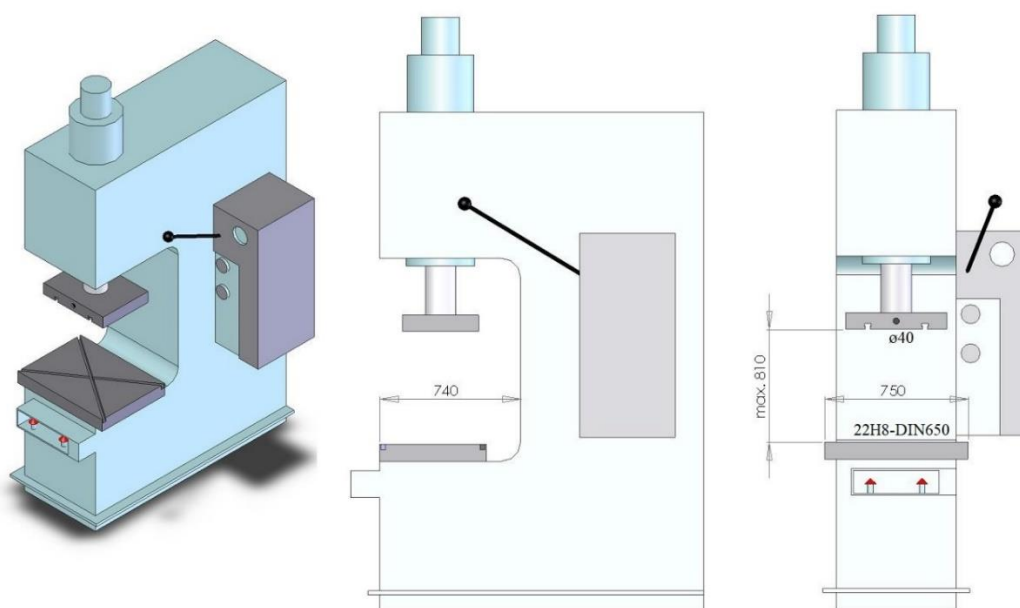
przeznaczenia, które są zunifikowane, jak i specjalne maszyny technologiczne. Z powodu specjalnego wykonania niektórych maszyn poniżej podano podstawowe specyfikacje techniczne, określające wielość przestrzeni roboczej dostępnej dla oprzyrządowania.

Na Rys. 6 scharakteryzowano przestrzeń roboczą specjalnej prasy hydraulicznej, na której jest przewidziane prowadzenie wyciskania współbieżnego przedmiotów do zgrzewania tarcowego oraz prostowanie prostopadłościennych wyprasek po operacjach ECAP.



**Rys. 6. Charakterystyka przestrzeni roboczej specjalnej prasy ZD100 (hydrauliczna z dolnym napędem i przestawną poprzeczką): a) szkic ramowego korpusu z dodanym układem pomiaru skoku, b) wymiary dostępnej przestrzeni roboczej**

Na Rys. 7 pokazano charakterystykę przestrzeni roboczej prasy hydraulicznej ogólnego przeznaczenia, na której będzie wykonywane wyciskanie współbieżne półwyrobów do zgrzewania z wyprasek ECAP dużego rozmiaru.



**Rys. 7. Charakterystyka przestrzeni roboczej prasy PYE63 (hydrauliczna ogólnego przeznaczenia)**



**WYKAZ ZAŁĄCZNIKÓW DO OPISU PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA**

Załącznik 1. Warunki odbioru

Załącznik 2. Specyfikacja przedmiotu zamówienia

## WARUNKI ODBIORU NARZĘDZIOWEGO OPRZYRZĄDOWANIA TECHNOLOGICZNEGO DO OPERACJI ECAP I PROCESÓW WSPOMAGAJĄCYCH

### WPROWADZENIE

W załączniku przedstawiono wymagania dla przeprowadzenia **odbioru technicznego**. Odbiór będzie polegał na demonstracji działania dostarczonych elementów narzędziowego oprzyrządowania technologicznego. Za prawidłowe działanie technologiczne dostarczonych elementów ma brać odpowiedzialność dostawca, dlatego wymagany jest jego czynny udział w próbach odbiorczych.

Celem tego odbioru jest potwierdzenie kompletności dostawy – umożliwiającej wykonanie operacji kształtowania na wskazanych stanowiskach badawczych, które dozbrojono w brakujące elementy narzędziowe i czujniki pomiarowe. Testy kształtowania na poszczególnych stanowiskach badawczych mają także potwierdzić ogólną sprawność dostarczonego narzędziowego oprzyrządowania technologicznego przez demonstrację prawidłowego przebiegu kształtowania. Próby odbiorcze posłużą jednoznaczemu sprawdzeniu zgodności parametrów dostarczonego narzędziowego oprzyrządowania technologicznego ze specyfikacją zgłoszoną przez zamawiającego w opisie przedmiotu zamówienia.

Poniżej podano szczegółowe wymagania, które będą sprawdzane przy odbiorze narzędziowego oprzyrządowania technologicznego. Warunki odbioru sformułowano ogólnie, co należy rozumieć, że odnoszą się do poszczególnych maszyn technologicznych, które wskazano w opisie przedmiotu zamówienia. Są to maszyny główne na stanowiskach badawczych wytypowanych do dozbrojenia w narzędzia i czujniki.

### ZAKRES TESTÓW ODBIORCZYCH

Przy odbiorze dostawca pokaże, że prawidłowo odczytał powiązanie narzędziowego oprzyrządowania technologicznego z maszyną główną stanowiska badawczego oraz specyfikacjami czujników, dodanych do stanowiska celem pomiaru sił i przemieszczeń. Poniżej scharakteryzowano najważniejsze elementy wyposażenia, które są niezbędne do prawidłowego zmontowania urządzenia technologicznego celem uzyskania docelowej funkcjonalności stanowiska badawczego.

Prawidłowa realizacja zadań technologicznych na stanowiskach badawczych powinna być potwierdzana:

1. przez zmontowanie dostarczonego wyposażenia narzędziowego w przeznaczonym dla niego przyrządzie do kształtowania plastycznego lub obsadach wykonanych przez dostawcę, które umożliwią przeprowadzenie kształtowania,
2. przez dostosowanie do współdziałania ze wskazanymi czujnikami pomiarowymi przyrządu z zamontowanymi narzędziami lub wykonanych obsad z dostarczonymi narzędziami,

3. przez zamocowanie w przestrzeni roboczej wskazanych maszyn technologicznych przyrządu z zamontowanymi narzędziami lub wykonanych obsad z dostarczonymi narzędziami
4. przez wyznaczenie, w trakcie wykonywania operacji kształtowania plastycznego, rzeczywistych charakterystyk (osiągów, tj.: zakresów przemieszczeń i maksymalnego obciążenia) dla potwierdzenia wypełnienia wymogów specyfikacji technicznej
5. przez wykonanie z udziałem każdego dostarczonego narzędziowego oprzyrządowania technologicznego partii o liczebności co najmniej szt.10 prawidłowych wyrobów o oczekiwanym kształcie i wymiarach
6. przez wykazanie, drogą pomiarów metrologicznych, zgodności dokładności dostarczonego narzędziowego oprzyrządowania technologicznego z założeniami zgłoszonymi przez zamawiającego w OPZ

## SPECYFIKACJA PRZEDMIOTU ZAMÓWIENIA

Przedmiotem zamówienia jest dostawa NARZĘDZIOWEGO OPRZYRZĄDOWANIA TECHNOLOGICZNEGO DO OPERACJI ECAP I PROCESÓW WSPOMAGAJĄCYCH dla Wydziału Mechanicznego Technologicznego Politechniki Warszawskiej o parametrach określonych poniżej, do siedziby Zamawiającego na koszt i ryzyko Wykonawcy.

Poniższy wykaz wymagań należy traktować jako założenia projektowe do przygotowania dostawy narzędziowego oprzyrządowania technologicznego, w której kluczową sprawą jest dobór właściwych elementów konstrukcyjnych oprzyrządowania do obróbki plastycznej. Wymagane jest także zaangażowanie dostawcy narzędziowego oprzyrządowania technologicznego w wykonanie wstępniaków do wszystkich objętych próbami odbiorczymi operacji wyciskania. W przypadku pozostałych operacji kształtowania wystarczy udział w próbach odbiorczych. We wszystkich przypadkach prób odbiorczych oczekiwane jest wykonanie partii wyprasek.

W ramach zamówienia dotyczącego NARZĘDZIOWEGO OPRZYRZĄDOWANIA TECHNOLOGICZNEGO DO OPERACJI ECAP I PROCESÓW WSPOMAGAJĄCYCH należy dostarczyć:

- 1) Narzędzia do wyciskania współbieżnego walcowych przedmiotów  $\varnothing 6 \times 21$  [mm] z miedzi UFG, przeznaczonych do zgrzewania tarcowego doczołowego<sup>1</sup> na prototypowej zgrzewarce W2M. Dostawa obejmuje matrycę – wzmocnioną przez obciskanie z kontenerem do wkładania wstępniaków  $8 \times 8 \times 44$  [mm] – oraz stempel, współpracujący z tą matrycą w przyrządzie ftRT. Przyrząd powinien być dostosowany do pracy na prasie ZD100, dozbrojonej w czujnik do pomiaru siły o nacisku 500 kN firmy ZEPWN.
- 2) Narzędzia do wyciskania współbieżnego walcowych przedmiotów  $\varnothing 20$  mm z prostopadłościennych wstępniaków  $25,5 \times 25,5 \times 125$  [mm] z miedzi UFG. Narzędzia mają być dostarczone w obsadach, które umożliwią prowadzenie wyciskania na prasie PYE63.
- 3) Narzędzia do wyciskania współbieżnego odchudzonych walcowych przedmiotów  $\varnothing 5 \times 21$  [mm] z miedzi UFG, przeznaczonych do zgrzewania tarcowego doczołowego na prototypowej zgrzewarce W2M – pozostałe wymagania analogiczne jak w pkt (1).
- 4) Narzędzia do dogniatania i prostowania dużych prostopadłościennych wyprasek z miedzi UFG po operacji ECAP. Narzędzia mają być dostarczone w uniwersalnej oprawie dwusłupowej o wymiarach obrysowych  $340 \times 340 \times \text{min.} 300$  [mm], która

<sup>1</sup> Czytaj rozdział „Zgrzewanie metali UFG” w [http://lolejniki.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka\\_am1-automatyzacja.pdf](http://lolejniki.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am1-automatyzacja.pdf) oraz rozdział „RFW metali UFG” w [http://lolejniki.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka\\_am4-podawanie.pdf](http://lolejniki.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am4-podawanie.pdf)

powinna być dostosowana do pracy na prasie ZD100, dozbudowanej w czujnik do pomiaru siły o nacisku 500 kN firmy ZEPWN.

- 5) Wymagane jest również dostarczenie programu kompatybilnego z oprogramowaniem LabView użytkowanym przez grupę badawczą UFGbySPD dla przeprowadzenia odbioru dostawy w zakresie opisanym w WARUNKACH ODBIORU.