rpdtA05 → RAPORT wstępny № 05 do PROJEKTu DESIGN THINKING
(do zajęć laboratoryjnych z przedmiotu INAML na rok 2019)

Zgrzewane przedmioty

– wsady do zgrzewania tarciowego

SPIS TREŚCI

Wprowadzenie 2
Potrzeby materiałowe 2
Do procesu SPD (ECAP) 3
Do procesu zgrzewania (RFW) 3
Przygotowanie materiału wsadowego 4
Wstępniaki do ECAP 4
Przedmioty do zgrzewania 4

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW:

z1. Dokument opisujący przebieg prac projektowych stanowiska HERF: *L.Olejnik, T.Chmielewski, J.Goliński: „Założenia projektowe stanowiska do wysokoenergetycznego zgrzewania tarciowego doczołowego". Raport grupy UFGbySPD. Instytut Technik Wytwarzania. Warszawa 2018* [*rpr0 HERF Welder zalozenia & notatki projektowe 12*] – zawartość jest również udostępniona pod linkami:
http://lolejnik.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am1-automatyzacja.pdf
http://lolejnik.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am2-nagrzewanie.pdf
http://lolejnik.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am4-podawanie.pdf

z2. Dokument prezentujący dyskusję nt. rozwiązań technicznych stanowiska HERF:: *L.Olejnik, L.Olejnik, K.Chodnikiewicz, J.Goliński: „Schematy ideowe stanowiska HERF do wysokoenergetycznego zgrzewania tarciowego doczołowego". Raport grupy UFGbySPD. Instytut Technik Wytwarzania. Warszawa 2018* [*rpr2 HERF Welder schemat ideowy 04*] patrz →
http://lolejnik.eta.pl/ss/zszywki%20APMA/zszywka_am3-przyrostowe.pdf

WPROWADZENIE

W opracowaniu rozważano potrzeby w zakresie materiału badawczego dla stanowiska doświadczalnego HERF, które służy do prac rozwojowych procesu technologicznego zgrzewania tarciowego doczołowego. Na stanowisku będą dobierane wartości parametrów, których zmian nie śledzi się przy prowadzeniu operacji z użyciem przemysłowych urządzeń do doczołowego zgrzewania tarciowego wykonywanego z napędem ciągłym (klasyczna metoda zgrzewania tarciowego, znana jako RFW). W załączniku ***z1*** opisano parametry, które – według obecnej wiedzy o technologii doczołowego zgrzewania tarciowego wykonywanego ze stałą prędkością obrotową – każdorazowo warto śledzić i analizować. Funkcjonalność stanowiska na obecnym etapie nie jest jeszcze w pełni znana. Będzie to jedno ze stanowisk, które opisano w załączniku ***z2***.

W tym dokumencie analizowano WSZYSTKIE aspekty związane z zaopatrzeniem stanowiska do zgrzewania tarciowego w materiał badawczy. W miarę możliwości uwzględniono potrzeby wynikające z właściwości mechanicznych i cech mikrostrukturalnych materiału przeznaczonego do zgrzewania. Należy zaznaczyć, że analiza będzie prowadzona w rozbiciu na dwa etapy prac badawczych, mianowicie etapu prób wstępnych i etapu prób właściwych. Uzasadnienie dla takiego podziału stanie się jasne po zapoznaniu się z założeniami, które opisano w dalszej części opracowania.

W projekcie mamy zajmować się miedzią więc musimy zaopatrzyć się w ten materiał. Przy czym należy zaznaczyć, że celem badań zgrzewalności miedzi jest podanie rozwiązań dla praktycznego stosowania tej technologii do spajania nowej klasy metali. Wymaga to sprawdzenia każdego podejmowanego zagadnienia z zachowaniem odpowiednio dużej liczności prób zgrzewania. Ta zaś powinna być co najmniej taka, aby liczebność przebadanych spoin umożliwiała ocenę statystyczną wyniku. Dlatego argumenty płynące z potrzeb stosowanych metod badawczych będą miały drugorzędne znaczenie.

Są dwie drogi pozyskania materiału:

- (1) zakup nowego materiału[1] lub
- (2) wykorzystanie istniejących zapasów[2].

Przedmioty przygotowywane do zgrzewania muszą mieć założoną wielkość przekroju poprzecznego. Konieczność nadania określonych wymiarów, w połączeniu z kłopotami zaopatrzeniowymi w znacznym stopniu utrudnia zdefiniowanie potrzeb materiałowych. Dlatego należy rozważyć wszystkie możliwe drogi zaopatrzenia stanowiska do zgrzewania w materiał badawczy, włączając w to bezodpadowe techniki kształtowania, jak cięcie bezwiórowe i wyciskanie.

Potrzeby materiałowe

W procesie technologicznym wytwarzania metali UFG metodą ECAP należy przewidywać następujące potrzeby w zakresie dostępności wsadów:

- 1. Wypychające wypraski, niezbędne do prawidłowego „zamykania" serii badawczych[3] w procesach przeciskania przez kanały kątowe
- 2. Wypraski używane do ustawiania zestawów narzędziowych[4] na maszynach technologicznych
- 3. Wypraski służące do sprawdzenia, czy założony sposób przygotowania miedzi nie ma czasem negatywnego wpływu na wynik końcowy, czyli zachowanie się miedzi UFG w badanych operacjach post-processingu
- 4. Wstępne próby kształtowania
- 5. Próby docelowego kształtowania

W rozbiciu na te kategorie należy sporządzić listę potrzebnych wsadów.

---

[1] W V'2019 kupiono ~20mb walcowych prętów o średnicy 6 mm z miedzi w gatunku M1Ez4 (CuETP R250, CW004A H065, ECU57 F25). W roku ubiegłym zakupiono ok. 1mb walcowego pręta o średnicy 38 mm także z miedzi w gatunku M1Ez4. Niewielka ilość wynika z dużego kosztu miedzi (cena netto pow. 50 zł / kg, ciężar właściwy 8,93 g/cm^3)

[2] W magazynie materiałów grupy badawczej UFGbySPD jest kilka odcinków ok.1mb prętów o średnicy 16 i 15 mm z miedzi w gatunku M1Ez4 oraz niewielkie ilości krótkich odcinków prętów o średnicy 14 mm

[3] Aby nie zostawiać w kanałach kątowych wyprasek zalegających do usunięcia z odcinków wyjściowych kanałów stosuje się specjalne wypraski wypychające

[4] Chodzi o zabezpieczenie prac związanych z uruchamianiem zestawów narzędziowych, które instaluje się na maszynach po ich przezbrojeniu

Do procesu SPD (ECAP)

Prętowe półwyroby z miedzi UFG do badań zgrzewania tarciowego zostaną wytworzone w procesie technologicznym SPD z operacją główną realizowaną metodą ECAP [1]. Do tego procesu wytwarzania metalu UFG potrzebne są prostopadłościenne wsady o przekroju prostokątnym zależnym od zastosowanej linii[5] technologicznej do procesu SPD. Przyrządy małe do ECAP wymagają materiału wsadowego MAŁEGO rozmiaru (***rozmiar #8***), duże zaś – DUŻEGO rozmiaru (***rozmiar #26***). Alternatywnym rozwiązaniem jest zastosowanie przyrostowego przeciskania przez kanał kątowy (metoda I-ECAP), do którego wymagany jest wsad o pośredniej wielkości przekroju poprzecznego (***rozmiar #10***). Prętowe półwyroby kwadratowe można pozyskać w następujący sposób:

- 1 zakup „kwadratowych" prętów wyciskanych dla uzyskania przekroju poprzecznego w rozmiarach #8 i #10 → wymagane będzie cięcie i kalibrowanie. Prętów #26 nie ma w sprzedaży.
- 2 zakup walcowych prętów wyciskanych dla uzyskania kołowego przekroju poprzecznego o średnicy 20 mm → wymagane będzie cięcie i wyciskanie celem uzyskania przekrojów kwadratowych w rozmiarach #8 i #10. W przypadku wsadów rozmiaru DUŻEGO trzeba kupić pręty o średnicy 38 mm → dla uzyskania przekrojów kwadratowych w rozmiarach #26 wymagane będzie cięcie i frezowanie lub cięcie i wyciskanie
- 3 wykorzystanie dostępnych w magazynie prętów miedzianych (dotyczy to mniejszych wielkości przekrojów poprzecznych możliwych do wykonania z prętów walcowych o średnicach 16, 15 i 14 mm)

Zrazu podjęto decyzję o wykorzystaniu dostępnego materiału badawczego, czyli prętów o mniejszych przekrojach. Możliwe są z ich użyciem następujące sposoby wykonania wsadów, które wymieniono poniżej, jednocześnie poddając je krytycznej ocenie:

- A – obróbka wiórowa (skrawanie przez frezowanie) celem uzyskania żądanego przekroju ← nierozsądna strata materiału dostępnego przecież tylko w ograniczonej ilości
- B – spęczanie celem uzyskania możliwości zastosowania wyciskania z redukcją przekroju o20>#8/#10 [6] lub z redukcją przekroju o50/36>#26[7] ← rozsądne wykorzystanie dostępnego materiału prętowego, jednocześnie umożliwiające sprawdzenie wpływu stanu wyjściowego na końcowy wynik tj. uzyskanie mikrostruktury UFG[8].

Do procesów zgrzewania (RFW i LFW)

Materiał wsadowy do zgrzewania będzie oczywiście pozyskiwany z ww. prętowych półwyrobów z miedzi UFG. Aby prawidłowo przygotować się do zgrzewania wszystkie zabiegi technologiczne – w tym również samo zgrzewanie – będą najpierw sprawdzane z użyciem miedzi konwencjonalnej – nazywanej dalej miedzią CG. Dlatego pracowanie procedur „przygotowania wsadów do zgrzewania" będzie przebiegało równolegle dla tych dwóch kategorii materiałowych. W obrębie obu wspomnianych kategorii materiałowych w opisywaniu procedur wystąpią dwa wątki. Będzie to

- (1) rozkrój materiału wyjściowego (porcjowanie) i następnie
- (2) zadbanie, aby wsad do zgrzewania uzyskał właściwy kształt i wymiary

Opisywanym wsadem jest oczywiście przedmiot przeznaczony do zgrzewania. Zatem każdorazowo istotnym założeniem do opracowywania zestawu procedur (1) i (2) będą wymiary zgrzewanych przedmiotów:

- w przypadku metody RFW istotne jest, aby kołowy przekrój poprzeczny prętowego wsadu uzyskał żądaną średnicę, a wsad miał właściwą całkowitą długość

---

[5] Główne maszyny linii małych i dużych pras można obejrzeć w dokumencie opisującym stanowiska badawcze grupy badawczej UFGbySPD str. 10 → http://lolejnik.eta.pl/ss/DOWNLOAD%202009/tematy%20Projekty%20Studenckie%20pp%20i%20pd.pdf

[6] Proces wyciskania wstępniaków do ECAP MAŁEGO rozmiaru opisał w rozdziale „Przygotowanie wsadu do operacji ECAP" pracy DYPL inż. Mikołajczuk [*DYPLinz walcowanie_Mikolajczuk 26.docx*] a doświadczalnie sprawdził inż. Mikulski [*DYPLinz splaszczanie Mikulski 30*]

[7] Proces wyciskania wstępniaków do ECAP DUŻEGO rozmiaru i konstrukcję matrycy opisał w rozdziale „Konstrukcja przyrządu WWok" pracy DYPL inż. Makuch [*DYPLinz Konstrukcja matryc Makuch_08*] a doświadczalnie sprawdził inż. Oborski [*DYPLinz-przepychanie-8-Oborski-28-*]

[8] w przypadku zastosowania metody I-ECAP do prętów w stanie dostawy, który nie był dokładnie znany (zapewne pręty są wstępnie umocnione – o czym świadczą wyniki pomiarów twardości) zaobserwowano występowanie pęknięć w wypraskach już we wstępnych etapach wielozabiegowego przeciskania. Planuje się wykonanie partii wsadów do ECAP, które przed przeciskaniem będą poddane wyżarzaniu rekrystalizacyjnemu

— w przypadku metody LFW ważne jest, aby zgrzewany przedmiot uzyskał właściwe wymiary części zgrzewanej i części chwytowej.

Założenia, przebieg opracowywania procedur i wyniki ich zastosowywania będą odnotowywane w tym dokumencie.

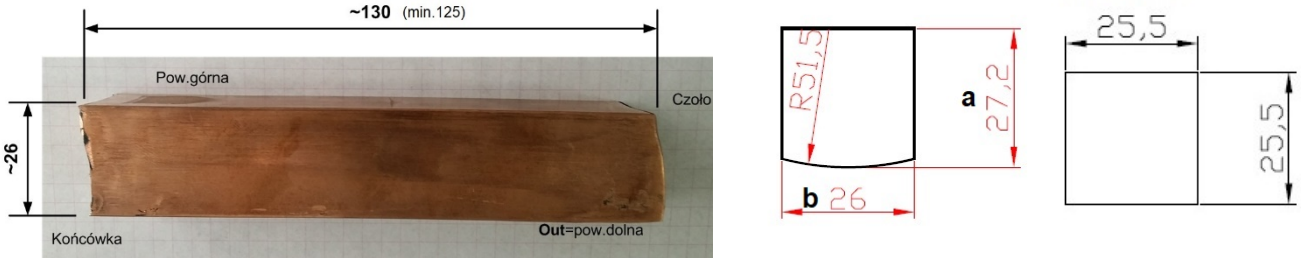
PRZYGOTOWANIE MATERIAŁU WSADOWEGO

Wstępniaki do ECAP

Na obecnym etapie zrezygnowano z omawiania tego zagadnienia.

Przedmioty do zgrzewania RFW

Przedmioty do zgrzewania będą pobierane z wyprasek uzyskiwanych po wykonaniu procesu technologicznego SPD. Wypraski te są prostopadłościanami, a ich wymiary zależą od zastosowanych narzędzi oraz sposobu zakończenia procesu SPD. Na Rys. 1 pokazano wygląd (a) i przekroje poprzeczne wyprasek z metali UFG produkowanych na linii dużych pras[9]. Kształt i rozmiar przekroju zależy od doboru ostatniej operacji, którą może być ECAP (patrz Rys. 1b) albo EXRT (Rys. 1c).

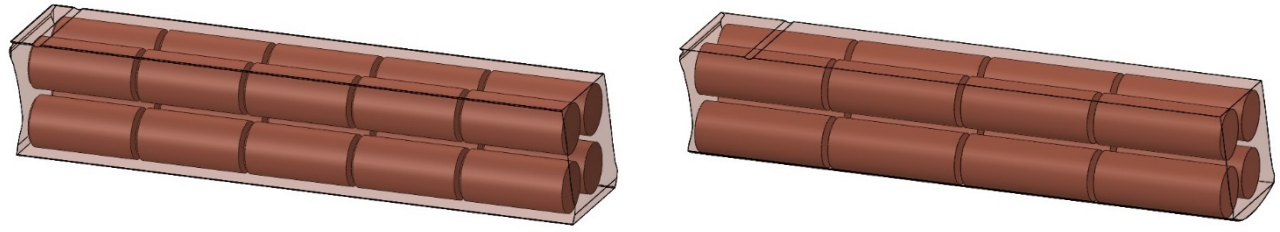


a) *b)* *c)*

Rys. 1. Wypraski z metali UFG produkowane na linii dużych pras: a) wygląd i rozmiar wypraski, b) kształt i wymiary przekroju poprzecznego po operacji ECAP (przyrząd TDz), c) przekrój poprzeczny zmieniony w operacji EXTR (przyrząd TPz)

Rozkrój wyprasek z miedzi UFG

Celem wykorzystania prostopadłościennej bryły materiału UFG należy gęsto upakować walcowe przedmioty, które mogą być użyte do zgrzewania. Na Rys. 2 pokazano propozycję rozłożenia walcowych przedmiotów na tle prostopadłościennej bryły, której wymiary są zbliżone do wyprasek omawianych na Rys. 1.

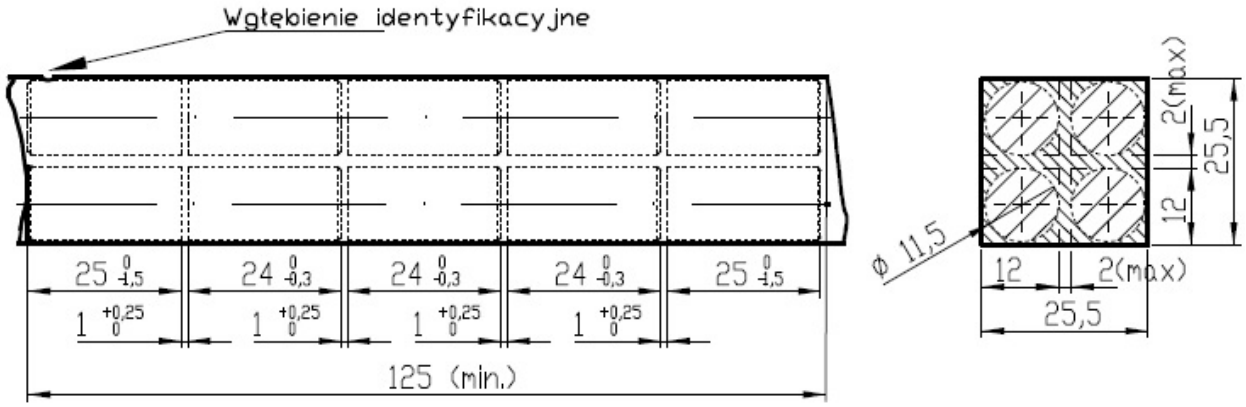


a) *b)*

Rys. 2. Propozycja położenia walcowych przedmiotów w prostopadłościennej wyprasce: a) gęste upakowanie krótkich walcowych przedmiotów, b) przedmioty dłuższe pobierane w mocniejszej ilości upakowane

[9] Linia technologiczna dużych pras do procesu SPD znajduje się w pom. NT010 gmachu Nowego Technologicznego

Wg. propozycji z Rys. 2 zgłoszono rysunek instrukcyjny dla rozkroju wypraski, uzyskanej po przepychaniu wykonanym w przyrządzie TPz (operacja EXTR[10]). Jak wynika z Rys. 1c przekrój poprzeczny tej wypraski ma kształt kwadratu. Jej długość zmienia się w dość szerokich granicach gdyż powierzchnia końcówek wypraski ma bardzo złożony kształt. Na podstawie pomiarów określono, że (statystycznie obliczona) minimalna długość regularnej bryły o pełnym prostopadłościennym kształcie, którą można wyciąć z takiej wypraski, wynosi 125 mm. Mając powyższe na uwadze zaproponowano rozkrój, którego wymiary oglądane w przekroju wzdłużnym pokazano na Rys. 3a, a w przekroju poprzecznym na Rys. 3b. Celem podkreślenia, że wypraska ma końcówki o nierównej powierzchni, na przekroju wzdłużnym narysowano nieprostą linię, przybliżającą rzeczywisty kształt czoła i końca wypraski. Dzięki różnicy w kształcie linii profilu można rozpoznać kierunek przerobu plastycznego, jakiemu wypraski są poddawane w wykonanym procesie technologicznym SPD. Sporządzając rysunek rozkroju założono, że z omawianej wypraski będzie pobierany do zgrzewania przedmiot walcowy ø11,5×24 mm. W wykazie przedmiotów – przewidzianych do zgrzewania na zgrzewarce HWH (metoda RFW) – zarejestrowano go pod nr Z20[11] „Przedmiot toczony UFG 11,5x24". Jak widać dopuszcza się znaczne odchyłki wymiarowe długości skrajnych przedmiotów walcowych (wyróżniono je wstawiając inny wymiar, mianowicie 25 mm). Przedmioty skrajne powinny zachować na czołowych powierzchniach ślady nierównej powierzchni końcówek prostopadłościennej wypraski. Ślady te będą miały znaczenie identyfikacyjne – dzięki tym celowym „uszkodzeniom powierzchni" nie trzeba będzie znakować przedmiotów. Należy zwrócić uwagę, że próby tarciowego zgrzewania doczołowego przedmiotów walcowych nie powinny być prowadzone na powierzchniach pochodzących z końcówek wyprasek – tam struktura właściwa dla metalu UFG nie jest niestety w pełni ukształtowana tak, jak w pozostałej części wypraski.



a) *b)*

Rys. 3. Instrukcja rozkroju wypraski po EXTR: a) zalecany łańcuch wymiarowy dla przekroju wzdłużnego, b) wymiary dla przekroju poprzecznego

Wypraski po operacji ECAP (wykonywanej w przyrządzie TDz)[12] mają większy przekrój poprzeczny (patrz Rys. 1b). Z powodu stałej objętości ich średnia długość minimalna jest mniejsza niż poprzednio omawianych wyprasek po EXTR i wynosi ok. 120 mm. Nie da się więc z niej wyciąć takiej samej liczby walcowych przedmiotów Z20. Na Rys. 4 pokazano propozycję rozkroju wypraski po operacji ECAP dającą liczbę tylko 16 walcowych przedmiotów ø11,5 lecz o długości aż 30 mm. Takie przedmioty zarejestrowano w wykazie przedmiotów pod nr Z07[13] „Przedmiot wyciskany posobnie 11,5x30".

Jak widać z rysunków Rys. 3 i Rys. 4 planuje się bardzo mały naddatek na przecięcie (ok. 1 mm), który będzie bardzo trudno osiągnąć obróbką skrawaniem. Dlatego zaleca się wykonać zaplanowane pocięcie za pomocą elektrodrążenia drutowego (wEDM). Taki sposób rozdzielenia ma dodatkową zaletę, która jest

[10] Do zgrzewania przygotowano wypraski z miedzi UFG uzyskane w operacji procesu technologicznego SPD, którą zarejestrowano w bibliotece technologicznej grupy UFGbySPD pod numerem „EXZMW6"

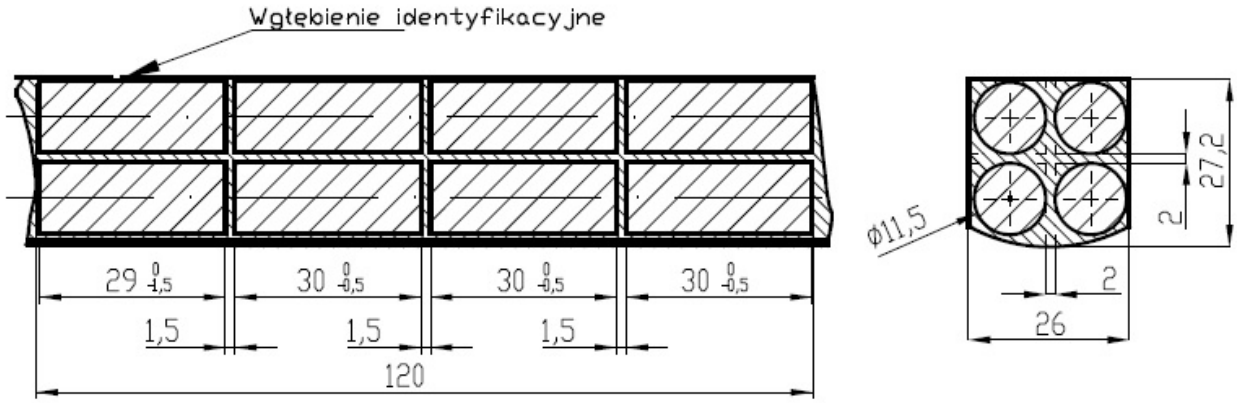
[11] Rysunek konstrukcyjny przedmiotu Z20 zapisano w pliku [*Z20 Przedmiot toczony UFG 11,5x24 02.pdf*]

[12] Proces technologiczny SPD mający na celu wykonanie wyprasek z miedzi UFG DUŻEGO rozmiaru (***rozmiar #26***) zarejestrowano w bibliotece technologicznej grupy UFGbySPD pod numerem „SRMW6"

[13] Rysunek konstrukcyjny przedmiotu Z07 zapisano w pliku [*Z07 Przedmiot wyciskany posobnie 11,5x30 13 staly i ruchomy.pdf*]. model zaś 3D w [*Z07 Przedmiot wyciskany posobnie 11,5x30.SLDPRT*]

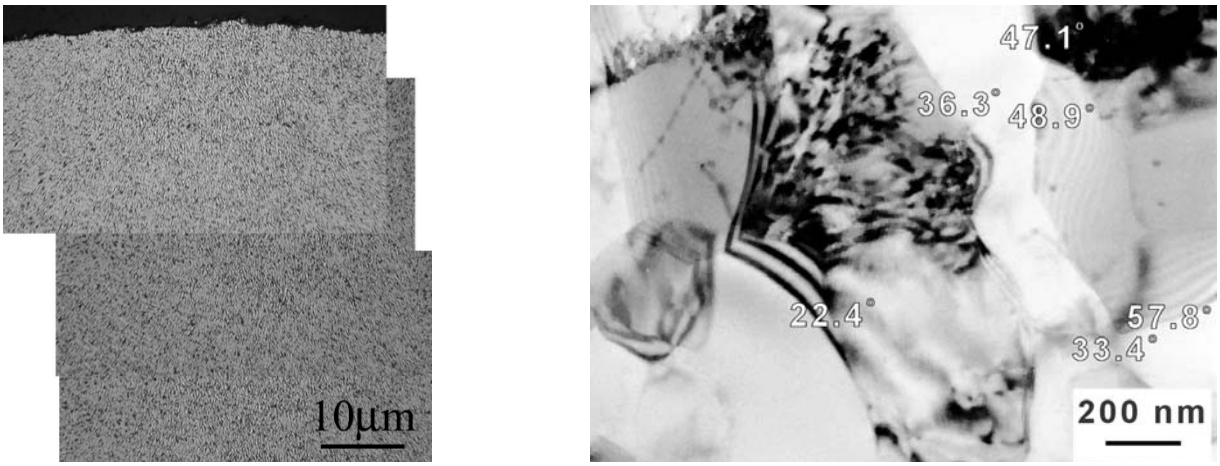
szczególnie ważna w przypadku obróbki materiału UFG. Metal ten ma bardzo niską stabilność cieplną. Ogrzanie go do temperatury powyżej 100°C już znacząco może zmienić jego właściwości mechaniczne. Nie można do tego dopuścić.

Prawidłowo przeprowadzona obróbka elektroerozyjna nie wpływa na stan warstw przypowierzchniowych. Potwierdzają to badania warstwy wierzchniej przedmiotów wykonanych metodą wEDM z aluminium 1070UFG. Na Rys. 5 zaprezentowano wyniki badań warstwy podskórnej powierzchni. Nie widać znaczących zmian w mikrostrukturze przy powierzchni. Co więcej warstwa przypowierzchniowa zachowuje strukturę UFG (Rys. 5b – ziarno poniżej 1 µm, duże kąty dezorientacji).



a) *b)*

Rys. 4. Instrukcja rozkroju wypraski po ECAP: a) zalecany łańcuch wymiarowy dla przekroju wzdłużnego, b) wymiary dla przekroju poprzecznego



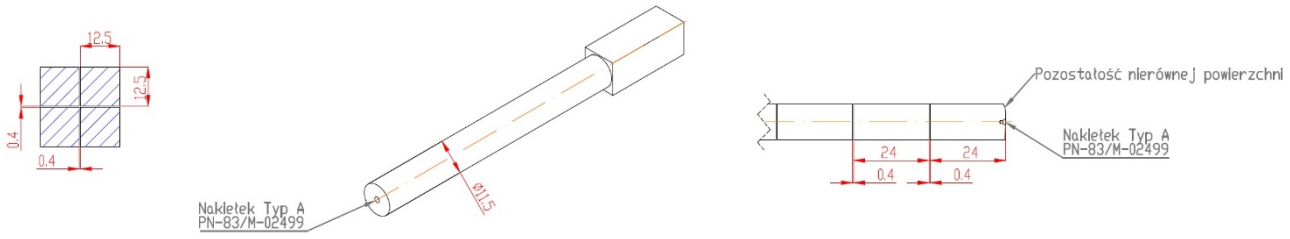
a) *b)*

Rys. 5. Mikrostruktura warstwy przypowierzchniowej aluminium obrabianego przez toczenie wEDM, badana w przekroju poprzecznym próbki do jednoosiowego rozciągania: a) mikroskop optyczny, b) transmisyjny mikroskop elektronowy

Wobec powyższego zaleca się przy rozkroju i pobieraniu przedmiotów, wg. propozycji zgłoszonych na rysunkach Rys. 3 i Rys. 4, zastosowanie następującego planu operacyjnego:

1. **Cięcie** drutowe wEDM wypraski na cztery prostopadłościany □12,5×~125 mm
2. **Zataczanie** w uchwycie czteroszczękowym na ø11,5 przy podparciu kłem
3. **Rozcinanie** walcowego półwyrobu na odcinki długości 24 mm
4. **Fazowanie** czoła na jednym końcu przedmiotu (UWAGA: w przypadku skrajnych przedmiotów fazy powinny być wykonywane zawsze na końcówce leżącej przy czole wypraski – zaleca się pozostawienie nakiełków lub pozostałości nierównej powierzchni czół wypraski dla jednoznacznego wskazania skrajnych przedmiotów)

Powyższy proces technologiczny zilustrowanego szkicami na Rys. 6.



a) *b)* *c)*

Rys. 6. Szkice ilustrujące zalecany przebieg pobierania przedmiotów do zgrzewania z wyprasek z metalu UFG: a) rozkrój wEDM przekroju poprzecznego prostopadłościennej wypraski, b) wytoczenie walcowego półwyrobu, c) rozcinanie półwyrobu na odcinki żądanej długości

Mocowanie przedmiotów w uchwytach

Żeby podjąć decyzję, który z ww. rozkrojów zostanie ostatecznie zastosowany, należy rozsądzić czy zgrzewanie krótkiego przedmiotu będzie możliwe. W celu sprawdzenia, czy nie wystąpią kłopoty z utrzymaniem przedmiotu o długości Lo=24 mm w uchwytach narzędziowych zgrzewarki HWH, postanowiono wykonać doświadczenie oznaczone symbolem zh0MC4[14] – patrz Rys. 7. Program badań zakłada zgrzanie krótkiego przedmiotu ruchomego wg. Rys. 8a (Z20) do tak przygotowanego przedmiotu stałego (Rys. 8b, Z03), który da się bez problemów zamocować za pomocą istniejącego uzbrojenia uchwytów zgrzewarki HWH. Trzy pierwsze próby wykonano zmniejszając wysunięcie Lw przedmiotów: ruchomego (ru) ø11,5 mm i stałego (st) ø15 mm, wg. następującego planu:

Próba	Lw (ru)	Lw (st)
zh0MC4**01**	11 mm	11 mm
zh0MC4**02**	8 mm	8 mm
zh0MC4**03**	6 mm	6 mm

DANE **ZESTAWIENIE danych o wykonanych próbach zgrzewania** CECHY zgrzeiny Przedmiot ruchomy mniejszy o wyższych właściwościach (wyciskany)

Wersja: 3 W analizie wyników nie odniesiono się zupełnie do wartości, które są zalecane dla miedzi i nie skomentowano wartości obliczeniowych zamieszczonych w zakładce PODSUMOWANI

zgrzewarka	Plik informacji o próbie zgrzewania	seria prób	materiał przedmiotów	sposób wykonania przedm.	układ DAQ	pr.obr n [obr/min]	ciśn. P [bar]	posuw D [mm]
HWH	trials HWH_zh0MC2&3 A+V __.xlsx	T4 ↑ø A+V	Cu ø11,5 - ø15 CG(z4+33%) CG(z4)	Ru:wyciskany+St:cięty Z20 Z03	Lab PC 1200	24000	4	20

CEL: Sprawdzenie skuteczności trzymania krótkich przedmiotów o dużej średnicy w uchwycie wrzeciona (przedmiot ruchomy)

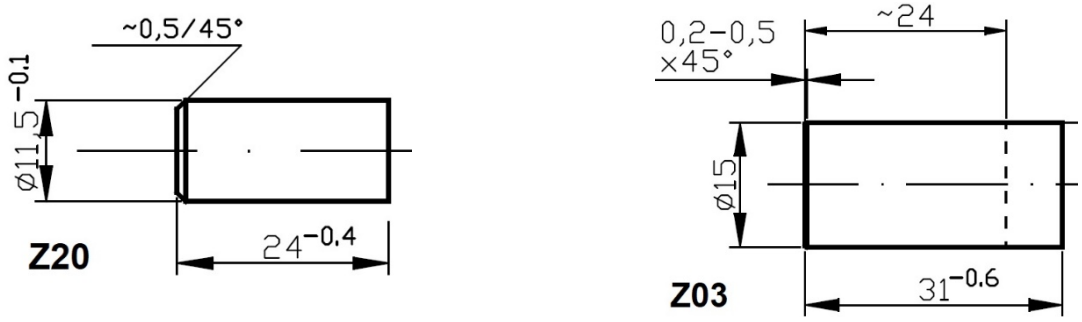
NASTAWY: Parametry dla prób zgrzewania wykonanych w serii T4_A+V (rejestracja obrazu) 24.09.2019

Lp	CECHA próby	Nr	Czas tarcia [ms]	Czas zwłoki [ms]	Czas spęczania [ms]	Prędkość obrotowa [obr/min]	Ciśnienie w fazie tarcia [bar]	Ciśnienie w fazie spęczania	Hamowanie silnikiem [on / off]	UWAGI	Zdjęcie zgrzanych przedmiotów (wyrób = próbka)	spoina	Uwagi	Z03 mm
1	zh0MC401 Tekstowy plik danych [Cu12x24-01.txt] ekran Cu12x24-01.jpg Cu1201.avi	1	20	100	3000	23397	3,0	3,5	off				Lo (ru) 24 Lo (st) ? Lw 49,6 ???	
2	zh0MC402 Tekstowy plik danych [Cu12x24-02.txt] ekran Cu12x24-02.jpg Cu1202.avi	2	20	100	3000	23397	4,0	4,5	off				Lo (ru) 24 Lo (st) ? Lw 49,7 ???	
3	zh0MC403 Tekstowy plik danych [Cu12x24-03.txt] ekran Cu12x24-03.jpg Cu1203.avi	3	20	100	3000	23397	5,0	5,5	off				Lo (ru) 24 Lo (st) ? Lw 49,3 słabe trzymanie (ru)	

Rys. 7. Program badań serii zh0MC4 mającej na celu ujawnienie kłopotów z utrzymywaniem krótkiego przedmiotu w uchwytach zgrzewarki HWH

Próbę zgrzewania zh0MC4**03**, która jak wiadomo miała służyć sprawdzeniu zachowania się w istniejących uchwytach, udało się przeprowadzić z wystawaniem Lw=6 mm przedmiotów, tj. wg. schematów pokazanych na Rys. 9. Rysunek ten sporządzono dla docelowych przedmiotów Z20, które mają jednakową średnicę. Żeby taki przedmiot mógł być zamocowany również w uchwycie przedmiotu stałego (szczęki imadła pneumatycznego) jest potrzebna dodatkowa para szczęk, ozn. na Rys. 9b symbolem Ua5. Na Rys. 10 pokazano modele 3D elementów wymaganych do zamocowania przedmiotów Z20.

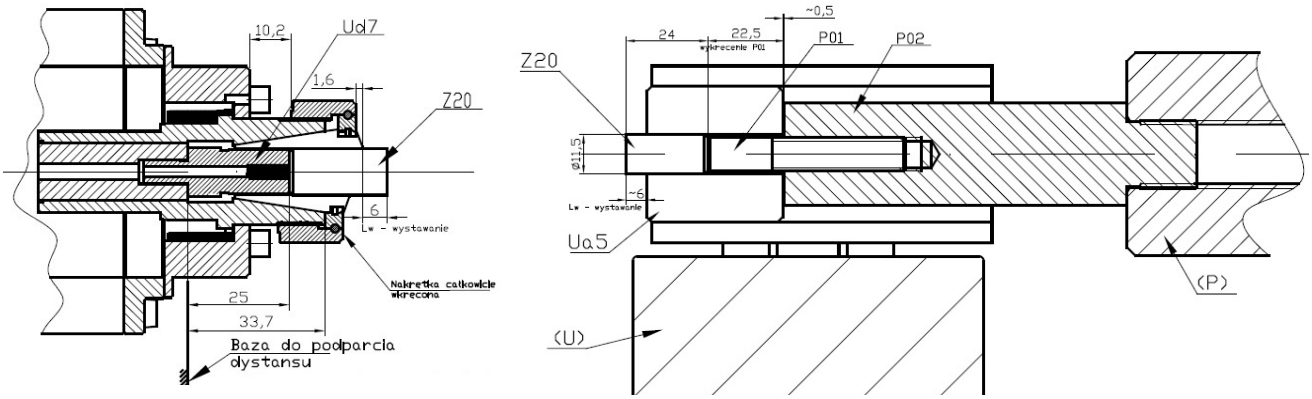
[14] Program badań zh0MC4 zapisano w [*trials HWH_zh0MC401-07 v05.xlsx*]



a) *b)*

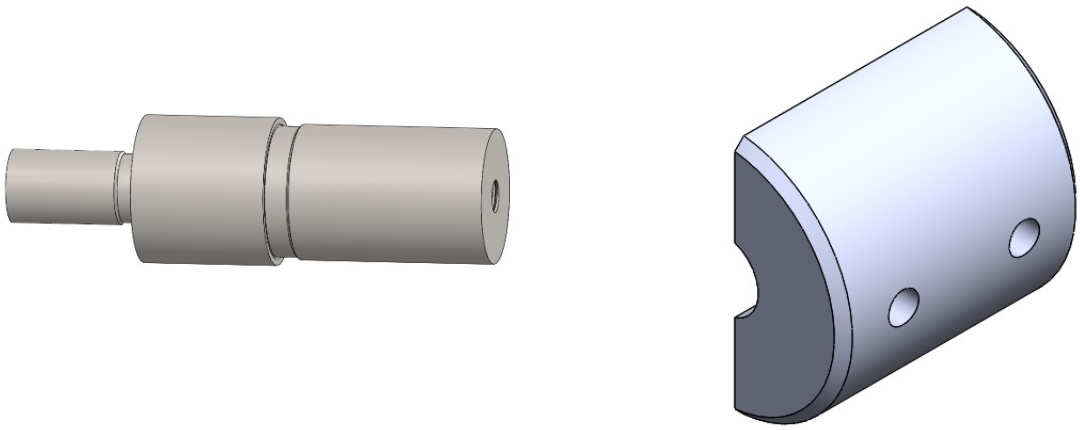
Rys. 8. Przedmioty przewidziane do zgrzewania w badaniach zh0MC4: a) przedmiot ruchomy, b) przedmiot stały

Próby wstępne serii zh0MC4**03** zgrzewania przedmiotów wg. rysunku Z20 wykonano z użyciem zastępczego materiału, który był dostępny tylko w postaci pręta o średnicy 15 mm z miedzi M1Ez4. Powstaje zatem pytanie w jaki sposób z tego pręta przygotowano wstępniaki Z20 wg. Rys. 8a? Otóż zastosowano operację obróbki plastycznej – wyciskanie współbieżne.



a) *b)*

Rys. 9. Szkice[15] zamocowania przedmiotów w uchwytach w próbach zgrzewania serii zh0MC4: a) przedmiot ruchomy Lw=6 mm, b) przedmiot stały Lw=6 mm



a) *b)*

Rys. 10. Dodatkowe elementy dorabiane do uchwytów, umożliwiające zamocowanie przedmiotów Z20: a) dystans Ud7 – kołnierzowy 25 mm, b) szczeka Ua5 – połtulejowa 11mm

[15] Zestawienia pokazujące mocowanie przedmiotów w odpowiednio uzbrojone uchwyty zgrzewarki zapisano w zbiorczym pliku [*HWH zestawienia 17.dwg*]

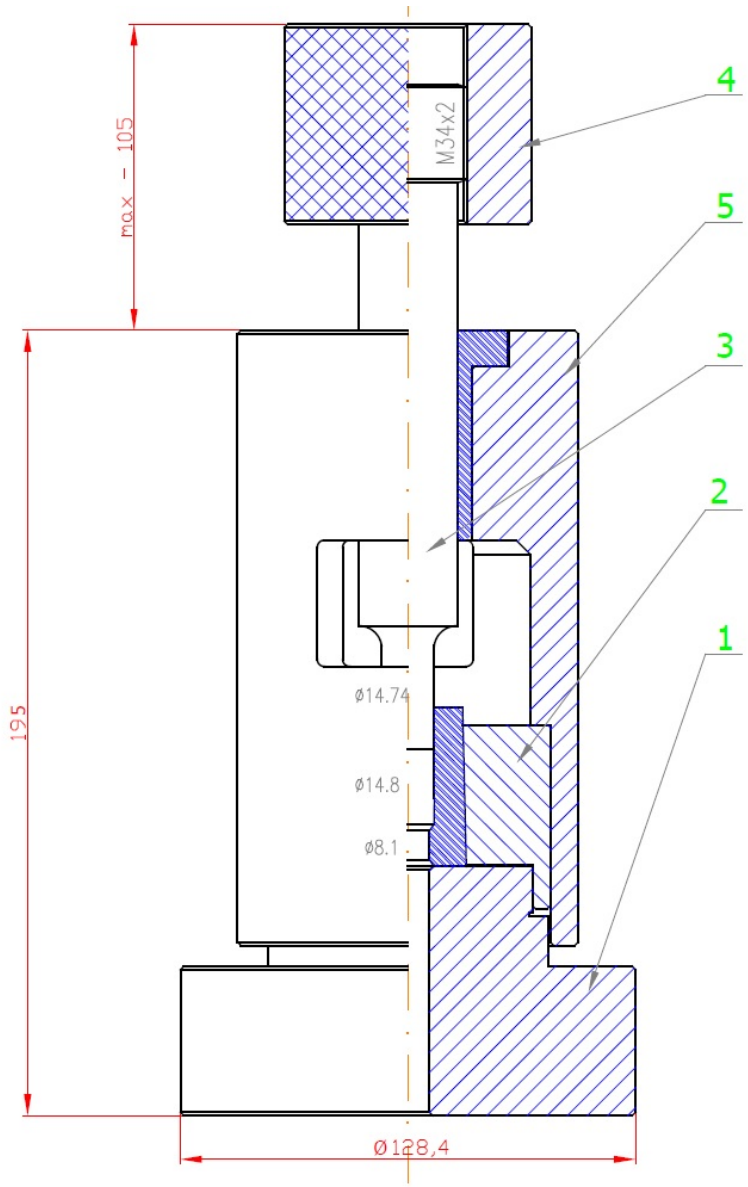
Przedmioty do prób wstępnych RFW

Do prób wstępnych zgrzewania tarciowego RFW krótkich przedmiotów (seria zh0MC4**03**) użyto walcowego pręta ø15 mm z miedzi M1E. Pręt pocięto na odcinki o długości 24 mm wg rysunku wykonawczego z Rys. 8. W ten sposób uzyskano przedmioty stałe Z03. Część walcowych przedmiotów ø15 ×24 mm potraktowano jako wstępniaki do wyciskania współbieżnego. W tej operacji wyciskano przelotowo pręty o średnicy ø11,5 , z których po odcięciu odcinków o długości 24 mm uzyskiwano odpowiedni materiał wsadowy na przedmioty Z20 (wykonywane wg. rysunku wykonawczego z Rys. 8a).

Wyciskanie prowadzono w prostym przyrządzie (ręcznie składanym przed operacją i rozbieranym po jej wykonaniu), który jest przeznaczony do wyciskania współbieżnego wyprasek prętowych z walcowych wstępniaków. Konstrukcję przyrządu – nazwanego ftRT – przedstawiono na Rys. 11. W ramach przygotowania operacji wyciskania współbieżnego trzeba określić położenie stempla względem matrycy w istotnych punktach jego skoku całkowitego – pokazano je na Rys. 12, odpowiednio dla wyciskania współbieżnego przelotowego (Rys. 12a) i wyciskania współbieżnego nieprzelotowego (Rys. 12b). Dla określonych wymiarów matrycy (2), tj. D i d, oraz objętości wstępniaka (3) najważniejsze jest wyznaczenie:

- Punktu PP rozpoczynającego skok roboczy
- Punktu DP kończącego skok roboczy

Dalsza część DOKUMENTU w trakcie PRAC REDAKCYJNYCH



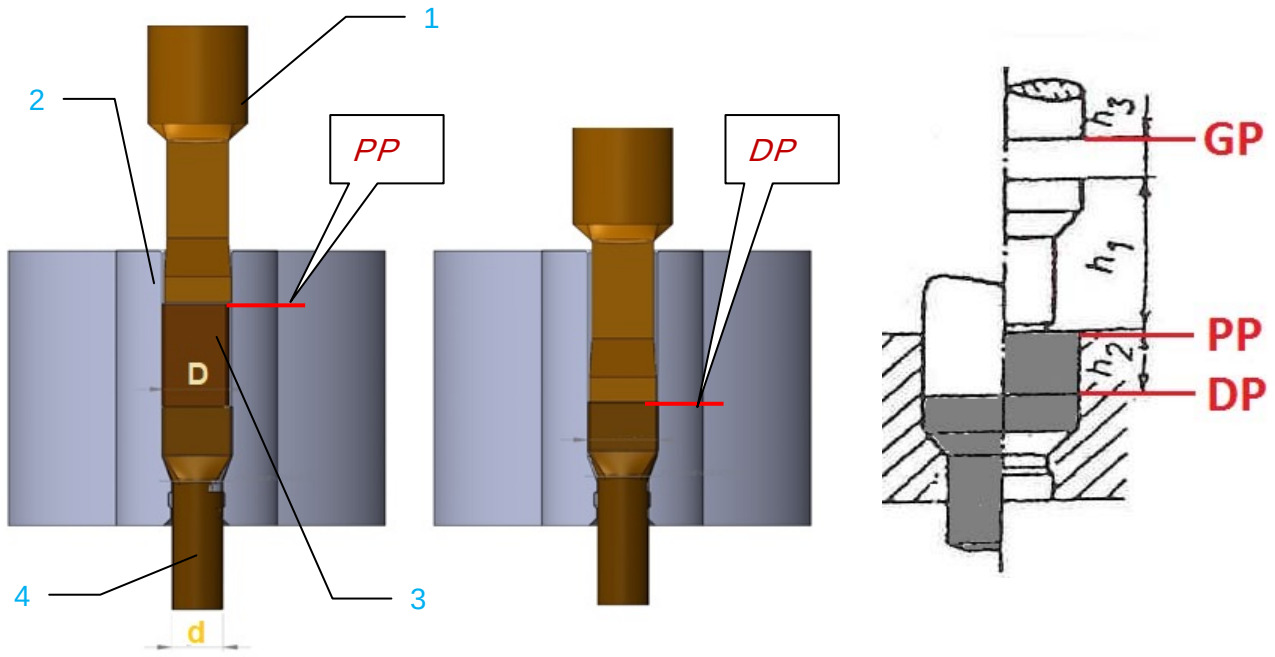
Proszę na podstawie rysunków wykonawczych części konstrukcyjnych i narzędziowych z [*ftRT wWspolbiezne 05.dwg*] zamodelować przyrząd ftET. Najłatwiej będzie to zrobić dla matrycy 8mm (mamy rysunki matrycy 11,5 mm, którą właśnie używano do przygotowania eksperymentu opisanego na Rys.7). Zalecam modelując wstawiać w nazwach plików SLDPRT numery i nazwy części wg [*ftRt Titleblock & assembly 05.pdf*] – bez polskich znaków! Czyli

Część 01 → [*ftR01 Plyta podstawowa. SLDPRT*]

itd.

Rys. 11. Przyrząd ftRT[16] do wyciskania współbieżnego użyty do przygotowania do zgrzewania przedmiotów ruchomych z miedzi M1Ez4-CG (gruboziarnistej) #### jak widać rysunek zestawieniowy przyrządu ftRT sporządzono z użyciem matrycy 15>8 mm; używamy jednak matrycę 15>11,5 mm. Potrzebny jest model 3D tego przyrządu, aby na jego podstawie podjąć dyskusje projektowe dot. innych matryc. - *pan Antosiewicz*

[16] Konstrukcję przyrządu ftRT zapisano w pliku [*ftRT wWspolbiezne 05.dwg*] a listę części w [*ftRt Titleblock & assembly 05.doc*]



a) *b)*

Rys. 12. Schemat wyciskania współbieżnego: a) przelotowego, b) nieprzelotowego; 1-stempel, 2-matryca,3-wstepniak, 4-wypraska, GP-górny punkt, PP-punkt przełączenia na ruch roboczy, DP- punkt dolny

Zaprojektowanie przebiegu operacji wyciskania współbieżnego stanie się łatwiejsze, gdy technolog będzie dysponował modelem 2D przyrządu. #### właśnie do tego potrzebny jest model 3D całego przyrządu, ale jego użycie nie będzie potrzebne póki nie wykonamy w metalu stosownych matryc. Dlatego priorytetem jest wykonanie modelu 3D matrycy - *pan Antosiewicz* i na jego podstawie sporządzenie wykonawczej dokumentacji 2D dla matryc wzmocnionych do wyciskania, które będą potrzebne do przygotowania wsadów do zgrzewania - *pan Jurkowski (*zadanie IND).

Matryca do wyciskania z reguły jest częścią złożoną. Jest wykonywana jako wzmacniana[17] przez obciśnięcie wkładki obciskającą ją obejmą.

PRZEZNACZNIE dokumentu: Raport stanowi uzupełnienie przewodnika pracy przejściowej

1. *R.Antonowicz: "Przygotowanie wsadów do zgrzewania". Praca przejściowa magisterska – wykonana na kierunku MiBM (MZ-MK). Politechnika Warszawska, WIP ITW ZOPiO (w pracowniach grupy badawczej UFGbySPD), 2019*

LITERATURA

1 L.Olejnik: Technika wytwarzania ultradrobnoziarnistych metali i stopów metodą przeciskania przez kanał kątowy. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, seria Mechanika. z.240, pp.215, 2012

[17] Materiały o projektowaniu i wykonaniu matryc wzmacnianych przez obciskanie pierścieniami można pobrać z linku http://lolejnik.eta.pl/ss/DOWNLOAD%202009/Projektowanie%20matryc%20obciskanych.pdf