

Podstawowym celem wnioskowanego projektu jest pozyskanie wiedzy umożliwiającej stworzenie podstaw technologii otrzymania ultra cienkich drutów miedzi o średnicy rzędu 10 μm . Wiadomo, że druty z monokryształów metali o średnicach rzędu kilku mikrometrów mają znacznie wyższe naprężenie uplastyczniające, niż druty o większych średnicach. Efekt ten jest obecnie tłumaczony utrudnieniem mechanizmów odkształcenia plastycznego oraz redukcją drogi swobodnej ruchu dyslokacji w wyniku zmniejszeniu średnicy próbki odkształcanej plastycznie. Istniejące metody otrzymania takich wyrobów są podobne do otrzymania nanodrutów lub polegają na wycinaniu drutu (faktycznie dosyć krótkiego pręta, którego długość jest niewiele większa od średnicy) za pomocą wiązki jonów. Nie pozwala to na zastosowanie obserwowanego zjawiska w wielu gałęziach techniki wykazujących duże zainteresowanie ultra cienkimi drutami (na przykład mikroelektronika).

Stosowane dotychczas technologie pozwalają na otrzymanie drutów z polikrystalicznych metali i ich stopów o minimalnej średnicy rzędu 20 μm . Wykorzystywany jest w nich proces ciągnięcia. Autorzy projektu wysunęli hipotezę, że ultra cienkie druty z polikrystalicznej miedzi wykażą istotny wzrost charakterystyk wytrzymałościowych przy zmniejszeniu ich średnicy do wielkości rzędu 10 μm . Oczekuje się, że efekt ten będzie podobny do tego obserwowanego dla metali monokrystalicznych. W badaniach wykorzystana zostanie nowatorska technologia opracowana na potrzeby wnioskowanego projektu, wykorzystująca proces ciągnięcia bezmatrycowego (*ang. Dieless Drawing*, w skrócie DD). Polega ona na kontrolowanym rozciąganiu lokalnie nagrzanego wsadu, bez stosowania ciągnadła. Konwencjonalna technologia ciągnięcia jest limitowana minimalną średnicą ciągnadła, możliwą do wykonania z naturalnego diamentu, wynoszącą nie mniej niż około 20 μm , co jeszcze nie wystarcza do zaobserwowania wzrostu naprężenia wytrzymałości w wyniku ograniczenia średnicy drutu. Modyfikacja procesu DD, zaproponowana we wnioskowanym projekcie polega na wieloprzepustowym wydłużeniu drutu w warunkach zapewniających intensywne umocnienie materiału oraz odnawianie plastyczności po każdym przepuszczeniu. Metodę nazwano modyfikowanym procesem bez matrycowego ciągnięcia (MDD). Celem roboczym badań wstępnych wnioskowanego projektu było sprawdzenie hipotezy, że efekt wzrostu wytrzymałości cienkich drutów ze stopu Mg, w wyniku zmniejszenia ich średnicy, dotyczy także produktu otrzymanego z metalu polikrystalicznego. Uprzednio efekt ten został odnotowany jedynie dla monokryształów. Powyższa hipoteza została zweryfikowana pozytywnie. W ramach badań wstępnych wnioskodawcy udowodnili, że ciągnięcie drutu z polikrystalicznego stopu Mg (heksagonalna struktura krystaliczna) od początkowej średnicy 1 mm do 50 μm powoduje ponad 47% wzrost jego wytrzymałości (z 230 MPa do 340 MPa), nie związany z umocnieniem odkształceniowym materiału. Istotnym celem zasadniczych badań wnioskowanego projektu jest znalezienie wytłumaczenia przyczyn tego efektu, uogólnione także dla metali o regularnej strukturze krystalicznej. Jako materiał badawczy do badań zasadniczych wybrano polikrystaliczną miedź (struktura krystaliczna regularna, mechanizmy odkształcenia inne niż w przypadku stopu Mg używanego podczas badań wstępnych).

Podstawowym mankamentem metody DD zidentyfikowanym podczas badań wstępnych do wnioskowanego projektu jest ograniczenie maksymalnego wydłużenia odkształcanego materiału (a więc i jego średnicy). W czasie tych badań stwierdzono, że wynika to z dwóch przyczyn. Pierwszą jest niejednorodność rozkładu średnicy na długości produkowanego drutu. Drugim problemem jest wyczerpanie się plastyczności i utrata spójności odkształcanego materiału. Znaczenie tych problemów staje się zrozumiałe, jeżeli weźmie się pod uwagę, że do uzyskania drutu o średnicy 10 μm ze wsadu o średnicy 1 mm trzeba 1 m wsadu wydłużyć do długości 10 km. Do rozwiązania w/w problemów wnioskodawcy zaproponowali koncepcję teorii o roboczej nazwie technologiczna nadplastyczność. Dopracowanie tej teorii oraz jej pozytywna weryfikacja może stanowić bazę do opracowania potencjalnych, wydajnych technologii wytwarzania ultra cienkich drutów miedzianych (o średnicy rzędu kilku μm) istotnych do rozwoju ważnych gałęzi techniki.