

Coraz szybsze zmiany wymagań światowego rynku w zakresie materiałów konstrukcyjnych wiążą się z koniecznością wyjścia poza standardowe metody wytwarzania i testowania. W rezultacie naukowcy nieustannie opracowują nowe rozwiązania inżynierskie, które mogą sprostać różnym potrzebom wynikającym z aplikacji tych materiałów. Jednym z rozwijanych kierunków jest projektowanie nowych materiałów funkcjonalnych, co jest szczególnie trudne w przypadku materiałów metalowych. Kompozyty z osnową metaliczną stanowią nową klasę materiałów, które zaczynają wywierać duży wpływ na miejsca ich zastosowania w tak różnych obszarach jak: lotnictwo, motoryzacja i elektronika. W takim przypadku coraz częściej stosuje się materiały wielowarstwowe, które mogą zaoferować unikatowe połączenie różnych własności, znacznie przewyższające własności materiałów składowych. Obecnie znane są różne technologie wytwarzania materiałów wielowarstwowych w skali przemysłowej, zwłaszcza w postaci arkuszy i taśm. Jednocześnie zaproponowano i skutecznie wdrożono do produkcji inne systemy wielowarstwowe lub niejednorodnie strukturalnie, m.in. produkty wytwarzane przez zakuwanie obrotowe, wielostopniowe-kątowe wyciskanie czy ciągnięcie. Ogólnie zidentyfikowano już wiele technik wytwarzania materiałów wielowarstwowych i można je podzielić na trzy podstawowe grupy – laminaty łączone mechanicznie, przez osadzanie i natryskowo. Każda z tych grup technik wytwarzania umożliwia uzyskanie materiału o unikatowych mikro- i makrostrukturach, a tym samym o unikatowych własnościach. Dodatkową kontrolę własności można uzyskać poprzez odpowiedni dobór materiałów składowych, a także ich udział objętościowy i grubość warstw. W niniejszym projekcie zostanie zbadany jeszcze jeden obszar wpływu na własności materiałów wielowarstwowych, tj. ilościowy i jakościowy wpływ cząstek materiału twardego w osnowie plastycznej, które to cząstki powstały w wyniku rozdrobnienia warstwy materiału twardego. Efekt ten uzyskany zostanie w wyniku intensywnej przeróbki plastycznej tj. wielostopniowego procesu ciągnięcia (WPC) lub wielostopniowego kąтового ciągnięcia (KWC), czyli procesów ciągnięcia drutu bez wyżarzania międzyoperacyjnego, z silną akumulacją efektów odkształcania. Niska ciągliwość metalicznych materiałów konstrukcyjnych, o wysokich własnościach wytrzymałościowych przypisywana jest najczęściej brakowi zdolności do umocnienia odkształceniowego, co spowodowane jest niemożnością akumulowania nowych dyslokacji, ze względu na morfologię mikrostruktury i jej stopień nasycenia defektami. Dlatego podstawową ideą poprawy ciągliwości jest odzyskanie zdolności do umocnienia odkształceniowego, co często pociąga za sobą zmniejszenie własności wytrzymałościowych. W związku z tym zasadne jest pytanie: czy możliwe jest zaprojektowanie nowych materiałów konstrukcyjnych, które będą charakteryzować się zarówno wysokimi własnościami wytrzymałościowymi, jak i plastycznymi? Ponieważ własności mechaniczne metali i stopów determinowane są przez ich mechanizmy odkształcania i umocnienia, każdy projekt nowego materiału konstrukcyjnego powinien opierać się na modyfikacji i zwielokrotnieniu tych mechanizmów. Stąd wniosek, że gdy materiał w procesie akomodacji efektów odkształcania dysponuje większą liczbą mechanizmów odkształcania, najczęściej przez poślizg lub bliźniakowanie, tym dłużej pozostanie w obszarze odkształceń równomiernych, bez utraty spójności (kryterium Considere). Wiadomym jest, że połączenie w układzie wielowarstwowym dwóch materiałów o różnej plastyczności, sieci krystalicznej, liczbie systemów poślizgu, energii błędu ułożenia, składach chemicznych lub fazowych i różnej morfologii komponentów mikrostruktury, umożliwia uzyskanie atrakcyjnej kombinacji własności mechanicznych. Projekt ten idzie dalej, tzn. proponuje wytwarzanie niekoherentnych materiałów kompozytowych typu metal-metal w oparciu o układ wielowarstwowy, materiałów z drobnymi cząstkami fazy twardej w osnowie fazy miękkiej. Cząstki materiału twardego uzyskane są jako efekt utraty spójności warstwy materiału twardego w wyniku głębokiej przeróbki plastycznej tj. wielostopniowego procesu ciągnięcia drutu wielowarstwowego. Kluczowym czynnikiem w tym przypadku jest różnica pomiędzy plastycznością tj. wysoką materiału osnowy i niską w warstwach „twardych”. W proponowanym rozwiązaniu materiałem osnowy będzie stal mikrostopowa, charakteryzująca się, jak wykazano w poprzednich projektach wnioskodawcy, wysokimi własnościami wytrzymałościowymi i bardzo dobrą plastycznością. Warstwy o ograniczonej plastyczności będą tworzone przez Ti lub Mg. Główną zaletą materiału o takiej budowie jest synergiczny efekt współistnienia fazy o sieci A3 w postaci drobnych cząstek, w osnowie fazy plastycznej o sieci A2 tj. stali mikrostopowej, umocnionej wydzieleniowo i poprzez rozdrobnienie ziaren ferrytu. Opracowane zostaną odpowiednie modele reologiczne, wykorzystane w wieloskalowej komputerowej symulacji oddziaływania pomiędzy niekoherentnymi składnikami mikrostruktury. Efektem będzie znaczny wzrost wytrzymałości, poprawa plastyczności oraz zmiana własności fizycznych nowych materiałów. Otwiera to możliwości ich szerszego zastosowania w innowacyjnych branżach przemysłu, takich jak przemysł motoryzacyjny, lotniczy, energetyka i bioinżynieria, wszędzie tam, gdzie ważna jest wysoka wytrzymałość, ciągliwość i niski ciężar materiału konstrukcyjnego. Możliwość uzyskania takich nowych materiałów konstrukcyjnych w postaci kompozytów wielowarstwowych, ze względu na atrakcyjną kombinację własności mechanicznych, fizycznych i ich kontrolowaną niejednorodność, wykonanych zgodnie z proponowaną metodologią jest nie do przecenienia przy wytwarzaniu takich wyrobów jak przewody, spłotki, kable, liny, oploty itp.