

Ciągły przyrost liczby ludności na świecie, chęć poprawy komfortu życia i zmiany klimatyczne to główne czynniki wpływające coraz większe zapotrzebowanie na pompy ciepła i systemy klimatyzacji. Ich użytkowanie powoduje znaczny wzrost zużycia energii. Wobec tego, rozwój wydajnych i ekologicznych technologii grzania i chłodzenia jest ważnym działaniem. Podobnie jest z ograniczeniem stosowania czynników chłodniczych, będących gazami cieplarnianymi lub wykazujących właściwości toksyczne, które są używane w konwencjonalnych chłodziarkach sprężarkowych. W ostatnich latach dynamicznie rozwijana jest innowacyjna strategia grzania i chłodzenia bazująca na zastosowaniu supersprężystych stopów z pamięcią kształtu. Te zaawansowane materiały funkcjonalne wyróżnia duży zakres odwracalnego odkształcenia, któremu towarzyszą istotne zmiany temperatury spowodowane indukowaną naprężeniem przemianą fazową. Podczas obciążania jest to wzrost temperatury (grzanie), z kolei podczas odciążania jest to spadek temperatury (chłodzenie). Efekty te nazywane są zjawiskiem elastokalorycznym, które w 2024 roku Światowe Forum Ekonomiczne zaliczyło do dziesięciu najbardziej perspektywicznych technologii. Potencjał aplikacyjny technologii elastokalorycznego grzania i chłodzenia obejmuje takie sektory jak np. motoryzacja, budownictwo, elektronika, czy sprzęt AGD.

Większość opisanych w literaturze rozwiązań proponuje zastosowanie stopów niklu i tytanu (nitinolu), które są znane i udoskonalane od lat 60-tych XX wieku oraz komercyjnie dostępne. Dlatego głównym celem projektu jest realizacja kompleksowych badań nowoczesnych supersprężystych stopów z pamięcią kształtu na bazie tytanu bez dodatku niklu. Stopy te nie są aktualnie dostępne na rynku, a posiadają wyraźny potencjał aplikacyjny w systemach elastokalorycznego grzania i chłodzenia. Plan projektu obejmuje scharakteryzowanie próbek stopów na bazie Ti-Nb i Ti-Zr wytworzonych przy pomocy technik konwencjonalnych. Materiały te zostały opracowane i wstępnie scharakteryzowane przez grupę naukowców z Uniwersytetu Tsukuba w Japonii, który jest wiodącym ośrodkiem specjalizującym się w rozwoju i charakteryzacji stopów z pamięcią kształtu na świecie. Pokazano, że wybrane kompozycje takich stopów przedstawiają stosunkowo stabilne charakterystyki supersprężystości podczas odkształcenia cyklicznego, co jest kluczowe w kontekście zastosowań do systemów elastokalorycznych. Stabilne odkształcenie supersprężyste jest osiągalne dzięki domieszkowaniu tych stopów atomami tlenu lub azotu dla systemów Ti-Nb-(O, N) albo wstępnemu treningowi mechanicznemu, jak w przypadku systemu Ti-Zr-Nb-Sn. Badania wstępne przeprowadzone w Polsce we współpracy z naukowcami z Japonii dowodzą, że ta grupa materiałów wykazuje istotne zmiany temperatury, ponad 16 K, podczas pojedynczego cyklu obciążenie-odciążenie. W projekcie zastosowane będą dodatkowo obróbki: strumieniowo-ścierna (kulowanie) i cieplna, w celu dalszej poprawy właściwości tych materiałów podczas eksploatacji. Próbkę stopów referencyjnych oraz po odpowiednich modyfikacjach zostaną zbadane i ocenione w kontekście optymalnych właściwości termomechanicznych. Zastosowane zostaną zaawansowane narzędzia do charakteryzacji mikrostruktury i składu fazowego oraz próby rozciągania monitorowane metodami pomiarów polowych. Projekt stawia sobie za cel odpowiedzi na następujące pytania.

*1. Jaki jest potencjał zastosowania stopów Ti-Nb-(O, N) i Ti-Zr-Nb-Sn w innowacyjnych systemach elastokalorycznego grzania i chłodzenia?*

*2. W jaki sposób proponowane obróbki (strumieniowo-ścierna i cieplna) zmieniają cechy mikrostrukturalne oraz lokalne i globalne charakterystyki odkształcenia, i odpowiedzi termiczne tych stopów w procesie cyklicznego rozciągania?*

Realizacja projektu może istotnie wpłynąć na rozwój wydajnych i przyjaznych środowisku technologii elastokalorycznego grzania oraz chłodzenia przez zaproponowanie ulepszonych materiałów do zastosowania w tych innowacyjnych systemach. Oczekuje się, że wyniki projektu wyjdą naprzeciw zapotrzebowaniu na tego typu technologie przy jednoczesnym obowiązkowi dotrzymania celów klimatycznych. Nad podobnymi rozwiązaniami z obszaru elastokaloryków pracują zespoły naukowców m. in. z Niemiec, Hiszpanii, Słowenii, Chin i USA. Proponowany projekt umożliwi przeprowadzenie konkurencyjnych prac również w Polsce we współpracy z badaczami z Uniwersytetu Tsukuba w Japonii.