

STRESZCZENIE

Kontrola procesu krystalizacji ma ogromne znaczenie w inżynierii materiałowej i przemyśle farmaceutycznym. Wykorzystanie do tego celu silnego pola elektrycznego może mieć ogromny potencjał aplikacyjny. Jednakże, wiele fundamentalnych aspektów związanych z wpływem zewnętrznego pola elektrycznego na krystalizację materiałów molekularnych jest bardzo słabo poznane. W niniejszej pracy doktorskiej, zbadano, za pomocą spektroskopii dielektrycznej, wpływ stałego i zmiennego pola elektrycznego o dużym natężeniu na krystalizację ze stanu cieczy przechłodzonej 4-winylo-1,3-dioxolan-2-on-u (VEC). VEC jest silnie polarną pochodną węglanu propylenu zawierającą w swojej strukturze podstawnik winylowy.

W pracy zbadano wpływ właściwości przyłożonego pola elektrycznego na kinetykę krystalizacji. Okazuje się, że możliwe jest kontrolowanie szybkości krystalizacji lub morfologii wzrastających kryształów poprzez zmianę amplitudy lub częstotliwości przyłożonego pola elektrycznego. Szybkość krystalizacji wzrasta wraz ze wzrostem amplitudy pola lub spadkiem częstotliwości. Ponadto, poprzez zmianę charakterystyki przyłożonego pola elektrycznego a także protokołów pomiarowych można selektywnie uzyskiwać konkretne odmiany polimorficzne badanej substancji. W przypadku VEC krystalizacja w obecności silnego pola elektrycznego prowadzi do wygenerowania zupełnie nowej odmiany polimorficznej. Jak do tej pory, formy tej nie udało się nam uzyskać w żaden inny sposób, jak tylko w przypadku obecności zewnętrznego pola elektrycznego.

Badania poświęcone kinetyce krystalizacji zostały przeprowadzone w szerokim zakresie temperatur, tak aby zrozumieć jaki jest wpływ zewnętrznego pola elektrycznego na temperaturowe zależności szybkości krystalizacji. Zaobserwowano, że w obecności silnego pola elektrycznego położenie maksimum krystalizacji nie ulega zmianie. Jednak wraz ze wzrostem amplitudy czy też zmniejszeniem częstotliwości przyłożonego pola elektrycznego wzrasta ogólna szybkość procesu krystalizacji.

Co ciekawe, w obecności zmiennego pola elektrycznego z zakresu niskich częstotliwości pojawia się dodatkowe maksimum zlokalizowane w obszarze niższych temperatur. Jest ono związane z obecnością odmiany polimorficznej indukowanej polem o niższej temperaturze topnienia niż ta uzyskiwana zazwyczaj w trakcie ochładzania cieczy. Efektu tego nie obserwuje się gdy krystalizacja prowadzona jest bez udziału

zewnątrznego pola elektrycznego. W tym przypadku obserwuje się bowiem wyłącznie wzrost stabilnej formy I.

Ostatni aspekt rozprawy dotyczył stabilności nowej odmiany polimorficznej indukowanej w trakcie procesu krystalizacji w warunkach silnego pola elektrycznego. Wyniki uzyskanych badań wskazują, że w obecności krystalitów formy I indukowana polem odmiana polimorficzna VEC z czasem ulega transformacji do znacznie bardziej stabilnej formy I. Natomiast, jeśli protokół pomiarowy zostanie tak skonstruowany aby zapobiec równoczesnemu wzrostowi obu form, indukowana polem odmiana polimorficzna VEC nie ulega konwersji do formy I.

Wyniki badań stanowiące podstawę niniejszej rozprawy doktorskiej zostały opublikowane w postaci czterech spójnych tematycznie artykułów naukowych:

1. Daniel M. Duarte, Ranko Richert, and Karolina Adrjanowicz, *Frequency of the AC Electric Field Determines How a Molecular Liquid Crystallizes*, J. Phys. Chem. Lett. 2020, 11, 10, 3975–3979
2. Daniel M. Duarte, Ranko Richert, and Karolina Adrjanowicz, *Watching the Polymorphic Transition from a Field-Induced to a Stable Crystal by Dielectric Techniques*, Cryst. Growth Des. 2020,20, 5406-5412
3. Daniel M. Duarte, Ranko Richert, and Karolina Adrjanowicz, *AC versus DC field effects on the crystallization behavior of a molecular liquid, vinyl ethylene carbonate (VEC)*, Phys. Chem Chem. Phys., 2021, 23, 498
4. Daniel M. Duarte, Ranko Richert, and Karolina Adrjanowicz, *Bimodal Crystallization Rate Curves of a Molecular Liquid with Field-Induced Polymorphism*, J. Molecular Liquids, 2021, 342, 117419

