

Modification of dielectric properties in selected inorganic-organic hybrid compounds under high-pressure conditions

Słowa kluczowe: hybrydowe związki nieorganiczno-organiczne, szerokopasmowa spektroskopia dielektryczna, przemiana fazowa, dynamika molekularna, proces relaksacyjny

Abstrakt:

Hybrydowe związki nieorganiczno-organiczne stanowią obiecującą, szybko rozwijającą się grupę materiałów chemicznych. Składają się one zarówno z komponentów nieorganicznych jak i organicznych, chemicznie związanych w jednofazową, porowatą strukturę krystaliczną. Ze względu na łatwość manipulacji oboma elementami składowymi, materiały te odznaczają się nieograniczonymi możliwościami modyfikacji ich właściwości fizykochemicznych, w tym również dielektrycznych. Pomimo ich obszernej charakterystyki w literaturze przedmiotu, właściwości dielektryczne hybrydowych związków nieorganiczno-organicznych w warunkach wysokiego ciśnienia pozostają prawie zupełnie niezbadane. W związku z tym, celem niniejszej rozprawy doktorskiej było określenie wpływu zewnętrznego ciśnienia hydrostatycznego na właściwości dielektryczne wybranych przedstawicieli tej grupy związków chemicznych. Badania oparto o technikę szerokopasmowej spektroskopii dielektrycznej (ang. broadband dielectric spectroscopy, BDS), zastosowaną w szerokim zakresie temperatur i ciśnień. Analizę przeprowadzono na grupie pięciu wybranych hybrydowych związków nieorganiczno-organicznych, w skład których wchodziły: mrówczan formamidyny manganu(II), mrówczan acetamidyny manganu(II), mrówczan 1,4-diaminobutanu cynku, tetrabromek bis(metylohydrazyny) ołowiu oraz heksacyjanokobaltan(III) potasu bispirolidyny. Motywacją wyboru tych związków chemicznych była ich przynależność do trzech najważniejszych rodzin, tj. hybrydowych mrówczanów, halogenków i cyjanków. Ponadto, związki te charakteryzują się wielką różnorodnością właściwości fizycznych, wśród których należy wymienić: anizotropię, ferroelektryczność, procesy relaksacyjne, występowanie przynajmniej jednego przejścia fazowego oraz związaną z nim możliwość przełączania między dwoma stanami dielektrycznymi (wysokim ON oraz niskim OFF). W związku z tym, w niniejszej rozprawie doktorskiej szczegółowo został zaprezentowany i omówiony wpływ ciśnienia na temperaturę przemiany fazowej, nieporządek strukturalny, dynamikę molekularną nieuporządkowanych molekuł oraz ich zachowanie w warunkach przejścia fazowego. Wykazano, że wszystkie te cechy ulegają znacznej modyfikacji pod wpływem przyłożonego nawet niewielkiego ciśnienia hydrostatycznego. Stąd, przeprowadzone badania wskazują na możliwość łatwego kontrolowania właściwości dielektrycznych hybrydowych związków organiczno-nieorganicznych za pomocą dwóch różnych parametrów termodynamicznych, tj. temperatury i ciśnienia. W tym kontekście, zaprezentowana jest użyteczność ciśnienia w kontrolowaniu oraz przyspieszaniu procesu przełączania dielektrycznego pomiędzy stanami ON oraz OFF dla tzw. przełączalnych dielektryków. Wreszcie, niniejsza rozprawa doktorska podejmuje kwestię wpływu naprężeń mechanicznych, wywołanych wysokim ciśnieniem, na ten proces fizyczny.