

Tytuł polski: „Synergistyczne układy spieniające oparte na modyfikowanych powierzchniowo nanocząstkach magnetycznych i biodegradowalnych surfaktantach aminokwasowych w kontrolowanej destabilizacji pian rzeczywistych w polu magnetycznym”

Tytuł angielski: "Synergistic foaming systems based on surface-modified magnetic nanoparticles and biodegradable amino acid surfactants in the controlled destabilization of real foams in a magnetic field"

Kierownik projektu: mgr Mariusz Borkowski (dr hab. Jan Zawała, prof. IKiFP PAN)

Numer projektu: 2022/45/N/ST8/02307

Proponowany projekt ma na celu opracowanie skutecznych środków spieniających, których wydajność adsorpcji na granicy faz ciecz/gaz, a co za tym idzie efektywność pienienia, może być regulowana zewnętrznym polem magnetycznym. Zadania naukowe podzielone są na dwa podstawowe pakiety prac eksperymentalnych (WG), dotyczące podstawowych badań naukowych, z możliwością zastosowań przemysłowych. Grupa WG1 jest związana z rozwojem magnetoreaktywnych, powierzchniowo-czynnych, synergistycznych mieszanin, opartych na nanocząstkach magnetycznych o zmodyfikowanej powierzchni (NP) oraz wysoce powierzchniowo-czynnych, ekologicznych, „zielonych” surfaktantach aminokwasowych (AAS). Drugi pakiet zadań eksperymentalnych - WG2 - dotyczy charakterystyki właściwości adsorpcyjnych przygotowanych mieszanin i ich zdolności do stabilizowania pojedynczych, ciekłych filmów pianowych i pian rzeczywistych pod działaniem przyłożonego zewnętrznego pola magnetycznego.

W ramach projektu planowane jest zastosowanie $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2$ jako nanocząstek magnetycznych o ujemnym ładunku powierzchniowym oraz dodatnio naładowanych $\text{Fe}_3\text{O}_4@\text{SiO}_2\text{-APTES}$, wraz z $\text{C}_{12}\text{-Phe}$ i $\text{C}_{12}\text{-Arg}$, w reagującym na pH układzie adsorpcyjno-spieniającym. W przypadku AASs, które mają nie tylko wolną grupę karboksylową, ale także niezwiązaną grupę aminową ($\text{C}_{12}\text{-Arg}$), możliwe jest przejście pomiędzy formą kationową, a anionową, poprzez zmianę pH. Wspomniana powyżej właściwość zastosowanych AASs pozwoli na manipulację ładunkiem powierzchniowym warstw adsorpcyjnych ciecz/gaz wewnątrz badanych cienkich filmów pianowych oraz pian rzeczywistych. Pozwala to na optymalizację pH synergistycznych mieszanin NP/AAS w szerokim zakresie.

Na podstawie pomiarów ładunków powierzchniowych, symulacji dynamiki molekularnej (MD) oraz pomiarów napięcia powierzchniowego, zostaną opracowane mieszaniny pod względem rodzaju i stężenia NP i AASs oraz pH, dla których to największy efekt synergii zmian napięcia powierzchniowego roztworu zostanie zaobserwowany. Kinetyka wyciekania filmu pianowego zostanie oceniona poprzez wyznaczenie czasu życia pojedynczego pęcherzyka na powierzchni roztworu w połączeniu z pomiarami dynamicznej refraktometrii filmu pianowego. To zademonstruje synergistyczny efekt stabilizacji filmu pianowego w systemach NPs/AASs (WG1). Zdolność badanych roztworów synergistycznych do adsorbowania i stabilizowania filmów pianowych i pian rzeczywistych pod działaniem przyłożonego zewnętrznego pola magnetycznego zostanie zbadana poprzez pomiary napięcia powierzchniowego roztworów, dynamiczną refraktometrię filmu oraz analizę wyciekania piany rzeczywistej (WG2).

Na podstawie wstępnych eksperymentów wykazano, iż dodatek nanocząstek do czystych roztworów surfaktantów wydłuża czas życia pęcherzyków (około dwukrotnie), poprawiając tym samym stabilność filmu pianowego poprzez zmniejszenie szybkości drenażu TLF. Poprawia to również żywotność piany, dzięki zwiększeniu wytrzymałości mechanicznej lameli, zwiększeniu maksymalnego ciśnienia kapilarnego i utworzeniu struktury sieciowej. Kinetyka drenażu uzyskana dla podobnego układu, ale pod działaniem pola magnetycznego wykazała istotne zmiany w dynamice tego procesu, tj. zaobserwowano większe szybkości drenażu filmu. Mając na uwadze wyniki, konieczne jest zaplanowanie eksperymentów w różnych układach NP/AAs i przy różnych poziomach pH, aby znaleźć optymalne warunki dla opisanych powyżej zjawisk.

Mając na uwadze, że surfaktanty powodują znaczne zanieczyszczenie ekosfery, niezwykle ważnym jest opracowanie rozwiązań, które charakteryzują się zwiększoną biodegradowalnością i są przyjazne dla środowiska. Według mojej najlepszej wiedzy, wszystkie stosowane mieszanki synergistyczne są w większości oparte na dostępnych komercyjnie środkach powierzchniowo-czynnych, które są mało przyjazne dla środowiska. Co za tym idzie – należy poszukiwać systematycznych rozwiązań, które w sposób znaczny ograniczyłyby postępujące już zanieczyszczenie ekosfery wynikające z nadmiernego

stosowania konwencjonalnych środków powierzchniowo-czynnych. To może zostać osiągnięte poprzez zastąpienie stosowanych roztworów bardziej przyjaznymi dla środowiska środkami powierzchniowo-czynnymi, o reagujących na bodźce zewnętrzne właściwościach adsorpcyjnych. Podsumowując, proponowany przeze mnie projekt odpowiada oczekiwaniom natury i przyszłych pokoleń, proponując zastąpienie komercyjnych środków powierzchniowo-czynnych nowymi, wysoce aktywnymi powierzchniowo aminokwasowymi środkami powierzchniowo-czynnymi, których aktywność jest również wysoka, nawet w przypadku bardzo rozcieńczonych roztworów.