**рН-чувствительные системы червеобразных мицелл поверхностно-активного вещества с внедренными нанотрубками галлуазита**

***Шишханова К.Б.***

*Аспирант, 1 год обучения*

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,*

*физический факультет, Москва, Россия*

*E-mail: kamillashishkhanova@gmail.com*

Молекулы поверхностно-активных веществ (ПАВ) при определенных условиях могут образовывать длинные червеобразные мицеллы, которые, переплетаясь, формируют трёхмерную сетку в растворе, придавая ему вязкоупругие свойства. Они характеризуются такими параметрами, как модулем упругости, вязкостью при нулевой скорости сдвига, временем релаксации и другими [1]. Данные характеристики варьируются в зависимости от концентрации соли, ПАВ, рН среды, температуры. Поэтому червеобразные мицеллы широко используют как загустители с управляемыми свойствами в нефтедобыче, косметике, бытовой химии. Существуют способы увеличения вязкоупругих свойств мицеллярных сеток для расширения их областей применения, в том числе путем внедрения в систему наночастиц [2].

В данной работе были созданы мягкие вязкоупругие нанокомпозиты на основе переплетенных линейных червеобразных мицелл катионного ПАВ эруцил бис(гидроксиэтил)метиламмонийхлорида (ЭГАХ) и алюмосиликатных нанотрубок глины галлуазита, заряд поверхности которых зависит от рН. Полученные системы исследовались методами реометрии, измерения ξ-потенциала, термогравиметрического анализа и крио-ПЭМ.

Было показано, что нанотрубки индуцируют увеличение вязкости, что можно объяснить их включением в сеть переплетенных червеобразных мицелл ПАВ посредством прикрепления концов мицелл к двойному слою молекул ПАВ, адсорбированных на поверхности нанотрубок. Соединения между мицеллами и нанотрубками были визуализированы с помощью крио-ПЭМ.

Системы демонстрируют своеобразные кривые текучести с двумя наклонами и плато между ними. Первый наклон связан с ориентацией нанотрубок (при более низких скоростях сдвига), а второй – самих мицеллярных цепей (при более высоких скоростях сдвига) вдоль направления потока. Промежуточное плато вязкости может представлять собой стабильный поток, когда все нанотрубки ориентированы, в то время как мицеллярные цепи - нет.

Было показано, что данная нанокомпозитная система чувствительна к рН. Её вязкость увеличивается в 30 раз с увеличением рН с 4 до 9, что было объяснено увеличением поверхностного заряда нанотрубок, благоприятствующего взаимодействию с противоположно заряженными мицеллами. Такие мягкие материалы с легко изменяемыми реологическими свойствами очень перспективны для различных применений.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (проект 21-73-30013).*

**Литература**

1. Chu Z., Dreiss C.A., Feng Y., Smart Wormlike Micelles // Chem. Soc. Rev. 2013. 42. 7174–7203.

2. Philippova O.E., Molchanov V.S. Enhanced rheological properties and performance of viscoelastic surfactant fluids with embedded nanoparticles // Curr. Opin. Colloid Interface Sci. 2019. 43. 52–62.