

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ

о диссертационной работе Хао Уи

«Агрегаты на основе ПАВ и наночастиц хитина в водной среде: многообразие структур и реологические свойства», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения

Хао Уи проводил научные исследования в нашей лаборатории ассоциирующих полимеров и коллоидных систем кафедры физики полимеров и кристаллов под моим руководством с 2018 года после получения диплома бакалавра на физическом факультете Университета Цзилинь в Китае. Защитив на отлично магистерскую диссертацию, он продолжил научную работу в аспирантуре.

Его диссертационная работа посвящена актуальной тематике - исследованию полимероподобных червеобразных мицелл поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые фактически представляют собой супрамолекулярные полимеры, которые стали очень популярными в последние годы. По сути, это полимеры, в которых цепочечные структуры образуются за счет нековалентных взаимодействий. Полимероподобные червеобразные мицеллы, как и полимеры, широко используются в качестве загустителей. Однако, в отличие от полимерных загустителей, мицеллярные загустители легко меняют свои свойства, в частности вязкость при изменении внешних условий. Это связано с тем, что мицеллярные структуры могут легко менять свой размер и форму при воздействии извне. Благодаря этому они используются в качестве «восприимчивых» загустителей в жидкостях для гидроразрыва пласта в нефтедобывающей промышленности, где они выполняют роль загустителя в отсутствие нефти, но при контакте с нефтью они теряют свою вязкость и не мешают течению нефти к добывающей скважине.

Первая часть работы Хао Уи связана с определением условий, при которых длинные червеобразные мицеллы создают высокую вязкость, и условий, при которых мицеллы меняют свою форму, вызывая падение вязкости. При этом было исследовано как превращение червеобразных мицелл в сферические мицеллы при уменьшении параметра молекулярной упаковки (ПМУ), так и превращение червеобразных мицелл в везикулы при увеличении ПМУ. Величину ПМУ Хао Уи изменял путем смешивания цвиттерионного ПАВ с катионным ПАВ (для уменьшения ПМУ) или незаряженным ПАВ (для увеличения ПМУ). В исследуемой системе длина гидрофобных хвостов всех ПАВ одинаковая, и изменения величины ПМУ связаны с увеличением или уменьшением отталкивания головок ПАВ при введении катионного и незаряженного ПАВ, соответственно. Хао Уи впервые обнаружил серию промежуточных форм агрегатов при превращении червеобразных мицелл в везикулы, а именно насыщенные мицеллярные сетки и перфорированные везикулы. Используя современный метод исследования морфологии мицелл – криоэлектронную томографию Хао Уи удалось определить структурные характеристики этих агрегатов, включая распределение субцепей насыщенной сетки по длинам, персистентную длину и др. Впервые было показано, что превращение насыщенной сетки в перфорированные везикулы происходит, когда длина субцепей становится короче персистентной длины и формирование плоских структур (оболочка везикулы) становится предпочтительным.

Вторая часть диссертационной работы Хао Уи посвящена исследованию гелей на основе двойной сетчатой структуры, образованной переплетенными червеобразными мицеллами ПАВ и перколированными полимерными нанокристаллами хитина. Хао Уи показал, что резкий рост реологических характеристик, в частности модуля упругости, происходит после достижения предела перколяции полимерных нанокристаллов внутри сетки из переплетенных мицелл ПАВ. Также он обнаружил интересный и важный в практическом отношении эффект: при нагревании двойных сеток происходит увеличение вязкости и упругости несмотря на то, что мицеллы становятся короче. Методом криоэлектронной томографии он показал, что это связано с ростом фибриллоподобных агрегатов нанокристаллов хитина в длину и толщину.

В ходе выполнения диссертационного исследования Хао Уи была проделана большой объем экспериментальной работы с помощью нескольких комплементарных методов исследования: реометрии, криоэлектронной микроскопии, криоэлектронной томографии, малоуглового рассеяния нейтронов. К работе он относился с интересом, вникал во все тонкости эксперимента, тщательно старался проанализировать полученные результаты. По результатам выполнения диссертационной работы опубликовано 3 статьи, в которых он является первым автором. Основные результаты диссертационной работы были представлены Хао Уи в виде устных и стендовых докладов 8 научных конференциях. Его выступления были отмечены дипломами как одни из лучших на XXX Симпозиуме по реологии (2021 г.), Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2022» и III Зезинской школе-конференции для молодых ученых «Химия и физика полимеров» (2023 г.). В настоящее время Хао Уи является высококвалифицированным исследователем, способным получать научные результаты мирового уровня.

Диссертационная работа Хао Уи выполнена на высоком научном уровне, удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, и рекомендуется к защите по специальности 1.4.7 – высокомолекулярные соединения.

Научный руководитель,
профессор кафедры физики
полимеров и кристаллов
физического факультета
МГУ имени М.В.Ломоносова
д.ф.-м.н.

О.Е. Филиппова

Подпись профессора О.Е.Филипповой заверяю

Ученый секретарь
Ученого совета физического ф
МГУ имени М.В.Ломоносова
д.ф.-м.н.

С.Ю. Стремоухов