

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ И ФАЗОВОЕ ПРЕВРАЩЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ ПРИ СДВИГОВОМ ТЕЧЕНИИ СМЕСЕЙ

Акбаров Жасур Мехрожович

Преподаватель физики

*Академический лицей ташкентского университета информационных
технологий имени Мухаммада Ал-Хоразмий*

Аннотация. Статья посвящена Взаимодействие и фазовое превращение полисахаридов. В нем исследовано такое взаимодействие полисахаридов, на примере, хитозана (ХЗ) с Na-карбоксиметилцеллюлозой (Na-КМЦ) при смешении их водных растворов в сдвиговом потоке. Также проведены опыты в системе коаксиальных стеклянных цилиндров (внутренний цилиндр является ротором) специально собранного «Реооптиметра», позволяющего исследовать фазовых превращений полимеров в сдвиговом потоке смеси с помощью реологических и поляризационно-оптических методов.

Ключевые слова: коаксиальный цилиндр, молекулярные цепи, смесей полимеров, хитозана (ХЗ), Na-карбоксиметилцеллюлозой, Реооптиметра, реологических и поляризационно-оптических методов

INTERACTION AND PHASE TRANSFORMATION OF POLYSACCHARIDES WITH SHEAR FLOW OF MIXTURES

Akbarov Jasur Mehrojovich

Physics teacher Academic Lyceum of Tashkent University of Information
Technologies named after Muhammad Al-Khorazmiy

Annotation. The article is devoted to the Interaction and phase transformation of polysaccharides. It investigated such interaction of polysaccharides,

for example, chitosan (ChZ) with Na-carboxymethylcellulose (Na-CMC) when mixing their aqueous solutions in a shear flow. Experiments were also carried out in a system of coaxial glass cylinders (the inner cylinder is a rotor) of a specially assembled "Rheoptimeter", which makes it possible to study the phase transformations of polymers in a shear flow of a mixture using rheological and polarization-optical methods.

Key words: coaxial cylinder, molecular chains, mixtures of polymers, chitosan (chitosan), Na-carboxymethylcellulose, reoptimeter, rheological and polarization-optical methods

Полисахариды входят в состав клеток и составляют основу многих растений и живых существ. К ним относятся такие природные полимеры, как целлюлоза (древесная, хлопковая), хитин (крабовый, грибной), крахмал (картофельный, кукурузный), агар из водорослей.

Важной проблемой использования растительных продуктов является разработка такой технологии их переработки, которая, с одной стороны, сохранила бы весь комплекс полезных веществ, с другой стороны, улучшила бы их усваиваемость в организме человека. Последнее особенно актуально для таких полисахаридов, как клетчатка и хитин, которые практически не перевариваются в желудочно-кишечном тракте человека. Кроме того, для разработки любого химического технологического процесса необходимо знание таких фундаментальных термодинамических характеристик веществ, как теплоемкость, энтропия, энтальпия и функция Гиббса в широкой области температур. Ввиду того, что все биохимические процессы протекают в водной среде, полезную информацию могут также дать диаграммы физических состояний систем полисахарид - вода.

Целлюлоза – самый распространенный растительный полисахарид. Выполняет функцию опорного материала растений. Это линейный полисахарид, построенный из остатков β -глюкозы, связанных β -1,4-

гликозидными связями, отвечающий общей формуле . Структурным элементом целлюлозы является целлобиоза.

Гликозидная связь в целлюлозе имеет экваториальное положение. Это определяет линейную конформацию целлюлозы, которая стабилизирована водородными связями.

И целлюлоза, и крахмал относятся к одному классу соединений, но различаются строением структурных звеньев. Звено крахмала включает остатки -глюкозы, а целлюлоза - остатки --глюкозы

Целлюлоза представляет собой длинные нити, содержащие 300—10 000 остатков глюкозы, без боковых ответвлений. Эти нити соединены между собой множеством водородных связей, что придает целлюлозе большую механическую прочность, при сохранении эластичности. В отличие от крахмала целлюлоза в воде не набухает и не растворяется. Для перевода целлюлозы в растворимую форму необходима её химическая модификация.

Целлюлоза, выделенная из природных материалов, представляет собой твердое волокнистое вещество, нерастворимое в воде и является обязательным компонентом клеточной оболочки растений. Целлюлоза содержится в растительных волокнах хлопка (до 95%), льна и конопли (до 80%), древесины (до 50%). Поэтому можно сказать, что в основе натуральных тканей лежит целлюлоза.

Для полисахаридов не характерны открытые формы, поэтому для них возможны только реакции по свободным гидроксильным группам в каждом звене полимерной цепи, они во многом повторяют свойства многоатомных спиртов.

Сдвиговое течение, генерированное в зазоре коаксиальных цилиндров, способствует непрерывному деформационно-упорядоченному уплотнению молекулярных цепей в растворах и смесях полимеров [1]. При этом создается благоприятное условие для эффективного межмолекулярного взаимо-

действия цепей с формированием новой фазы, характеризующей со специальными физическими свойствами. Реализация данного процесса весьма очевидно для смеси полимеров, характеризующих активно взаимодействующими функциональными группами. С учетом этого в данной работе исследовано такое взаимодействие полисахаридов, на примере, хитозана (ХЗ) с Na-карбоксиметилцеллюлозой (Na-КМЦ) при смешении их водных растворов в сдвиговом потоке.

Опыты проведены в системе коаксиальных стеклянных цилиндров (внутренний цилиндр является ротором) специально собранного «Реооптиметра», позволяющего исследовать фазовых превращений полимеров в сдвиговом потоке смеси с помощью реологических и поляризационно-оптических методов [2]. На рис.1 представлено схематическое изображение «Реооптиметра», в котором смесь (С) полимеров, находящейся в цилиндре S2, подвергается к деформационному воздействию сдвигового потока с вращением цилиндра (ротора) S2 с угловой скоростью (ω). По изменению частоты ω судили о реологическом поведении смесей. При этом фазовые превращения контролировали по относительному изменению мутности и появлению дисперсных частиц, проявляющих выраженной оптической анизотропии в потоке.

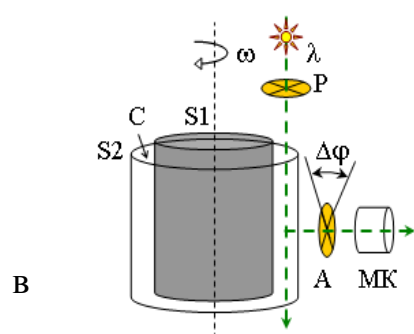


Рис.1. Схематическое изображение поляризационной ультрамикроскопии (МК) для исследования структурных и фазовых превращений смеси в сдвиговом потоке, генерированном в зазоре коаксиальных цилиндров (S1-S2).

Из сравнительных фотографий, представленных на рис.2 видно, что при смешивании 1 %-ных растворов Na-КМЦ и ХЗ в соотношении 0,85:0,15 в отсутствии течения ($\omega \approx 0$) наблюдается незначительное помут-

нение, которое свидетельствует об образовании межмолекулярного взаимодействия (а) через карбоксильные группы Na-КМЦ и аминные группы ХЗ. При течении, т.е. вращении ротора $\omega \approx 180$ об/мин, взаимодействие полисахаридов сопровождается с фазовым разделением образованных анизотропных микрочастиц (б) в течение 5 мин. Далее через 10 мин происходит практически полное фазовое разделение с образованием анизотропного гелеобразного осадка (в). Выделенные из смеси анизотропные частицы или осадки характеризуются устойчивой пористой структурой.



Рис.2. Фотографии, изображающие фазового превращения смеси Na-КМЦ:ХЗ (85:15) в зазоре коаксиальных цилиндров: а – $\omega \approx 0$; б – $\omega \approx 180$ об/мин, $t \approx 5$ мин; в – $\omega \approx 10$ об/мин, $t \approx 10$ мин.

Контроль процесса формирования анизотропных фаз, проведенный с помощью МК показал, что при добавлении в раствор Na-КМЦ раствора ХЗ происходит постепенное помутнение, достигает максимум при соотношении 0,85:0,15. Деформационное упорядочение молекул полисахаридов по времени (t) оценивали по соотношению $\Delta\varphi/\Delta\varphi_0$ (где $\Delta\varphi$ - разность фаз между обыкновенными и обыкновенными лучами поляризационного света $\lambda \approx 560$ нм). Из рис.3 видно, что в случае смеси (2) кривой зависимости имеет выраженной S-образный вид по сравнению раствора Na-КМЦ (1). Такое различие свидетельствует об образовании межмолекулярного взаимодействия Na-КМЦ с ХЗ, т.е. о повышении оптической анизотропии в результате формирования микрочастиц и гелей.

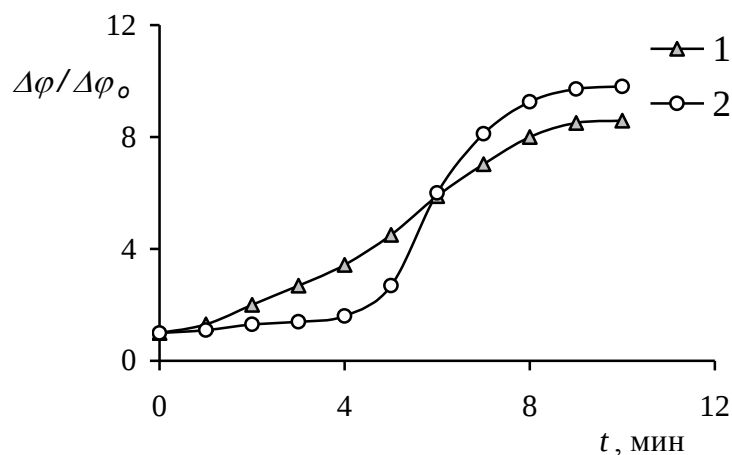


Рис.3. Зависимость соотношения $\Delta\varphi/\Delta\varphi_0$ от времени (t) для раствора Na-КМЦ (1) и смеси Na-КМЦ:ХЗ (2) в сдвиговом потоке при $\omega \approx 180$ об/мин.

Использованная литература.

1. Вшивков С.А., Русинова Е.В. Фазовые переходы в полимерных системах, вызванные механическим полем. - Екатеринбург, 2001. - с.172.
2. Рашидова С.Ш., Милушева Р.Ю. Хитин и хитозан *Bombyx mori*: синтез, свойства и применение. –Ташкент. :Фан, 2009. – с.246.
3. Груздева Анна Евгеньевна термодинамические свойства некоторых полисахаридов и их смесей с водой. Нижний Новгород – 2000.