

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛИЗАЦИИ ЭМУЛЬСИЙ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКОЙ ЖИДКОСТИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ ГИДРОКСИЭТИЛЦЕЛЛЮЛОЗОЙ

А. А. Бурейко

*Белорусский государственный университет, Минск;
bureykoarkadiy@mail.ru; науч. рук. – Т. А. Савицкая, канд. хим. наук*

Сокращение потерь тепла через ограждающие конструкции зданий, сооружений и промышленного оборудования за счет использования теплоизоляционных материалов является одним из наиболее эффективных путей решения проблемы энергосбережения. Предлагается два основных пути улучшения качества и номенклатуры данных материалов: модификация минерального волокна (например, получение сверхтонкого волокна) или модификация связующего с целью улучшения адгезии к волокнистой массе и т.п. Модификация связующего на основе фенолформальдегидной смолы может быть реализована путем введения в нее полиметилсилоксановой жидкости в виде эмульсии. В работе исследованы возможности стабилизации эмульсий кремнийорганических жидкостей в водных средах полимерным эмульгатором – гидроксипропилцеллюлозой (ГЭЦ). Разработана методика приготовления эмульсий, стабилизированных ГЭЦ. Установлено, что выше концентрации оверкроссинга (равной для водного раствора ГЭЦ 1,15 % мас.) происходит образование трехмерной структуры с межмолекулярными зацеплениями и иммобилизация полученных эмульсионных систем посредством гелеобразования.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы; связующее; кремнийорганическая жидкость; гидроксипропилцеллюлоза; эмульсии; концентрация оверкроссинга (кроссовера).

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовалась: гидроксипропилцеллюлоза производства “Aladdin”; ПМС-200 –полидиметилсилоксановая жидкость, не содержащая механических примесей, с массовой долей кремния 37–38,5 %, воды – не более 0,004 %, имеющая кинематическую вязкость при 20°C 192–208 сСт.

Непосредственно перед использованием кремнезем (SiO_2) подвергался диспергированию в ультразвуковой ванне Elmasonic S 30H. Микроскопические изображения были получены на микроскопе XUB103 с набором объективов Plan 195 (увеличение 4X, 10X, 20X, 40X). Для построения кривых распределения капелек эмульсии по размерам было использовано программное обеспечение ImageJ. С целью изучения деформаций и течения приготовленных коллоидных систем, включая эластичные, вязкие и пластичные свойства были проведены реологические

исследования на ротационном вискозиметре «Reothest2» с использованием измерительной ячейки типа N/N.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения зависимости вязкости водного раствора от концентрации, растворенной в нем ГЭЦ, представлены на рисунке 1.

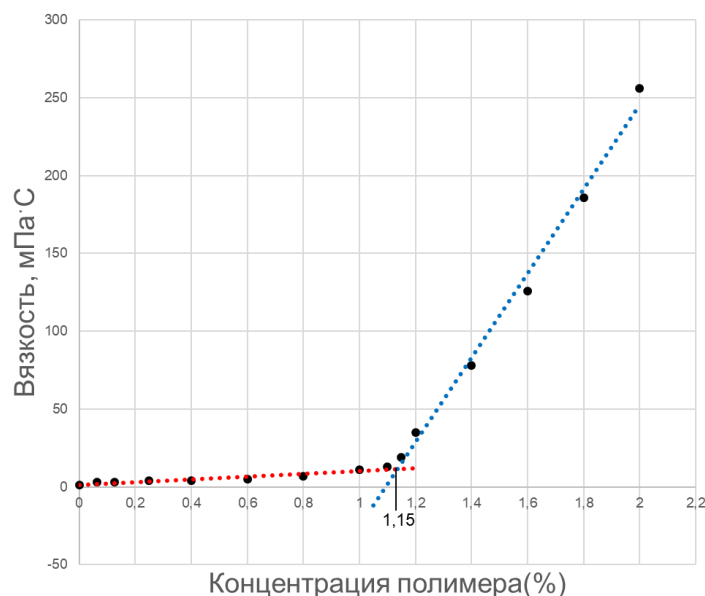


Рис. 1. Зависимость вязкости водного раствора ГЭЦ от её концентрации в растворе

При низких концентрациях вязкость линейно зависит от концентрации полимера, а при более высоких концентрациях, растворы ГЭЦ продемонстрировали значительно более высокие сопротивления сдвигу. Механизм такого резкого повышения вязкости может быть описан следующим образом: при низкой концентрации в большей степени проявляются внутримолекулярные ассоциации, и полимерная цепь были скручена, так что вязкость раствора была ниже, когда же концентрация ГЭЦ возросла, то появились межмолекулярные ассоциаты.

Выше концентрации оверкроссинга, которая равна 1,15 % (рисунок 1), происходит ассоциация гидрофобных групп разных ГЭЦ-молекул, что приводит к образованию трехмерной сети. В связи с этим вязкость резко возрастает.

В соответствии с уравнением Стокса (1) вязкость раствора влияет на скорость фазового разделения:

$$v = \frac{1}{18} \left[\frac{(\rho_m - \rho_s) g d^2}{\eta} \right], \quad (1)$$

где η – вязкость дисперсионной среды, ρ_m – плотность дисперсионной среды (ПМС в нашем случае), $\rho_в$ – плотность дисперсионной среды (воды), g – ускорение свободного падения, d – диаметр частиц дисперсной фазы.

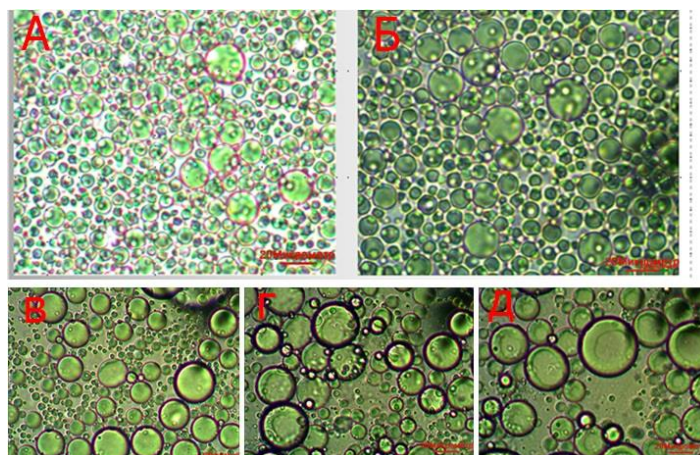


Рис. 2. Микроскопические изображения эмульсий, стабилизированных при разной концентрации ГЭЦ:
концентрация ГЭЦ (массовая доля, %):
А – 1,4; Б – 1,2; В – 1,0; Г – 0,8; Д – 0,6

Спустя час после приготовления эмульсий, стабилизированных ГЭЦ, были получены микроскопические изображения данных систем (рисунок 2). С помощью программного обеспечения для анализа и обработки изображений ImageJ данные и еще серии схожих микрофотографий были использованы для построения кривых распределения размеров частиц капелек эмульсий при разных концентрация стабилизатора (рисунок 3).

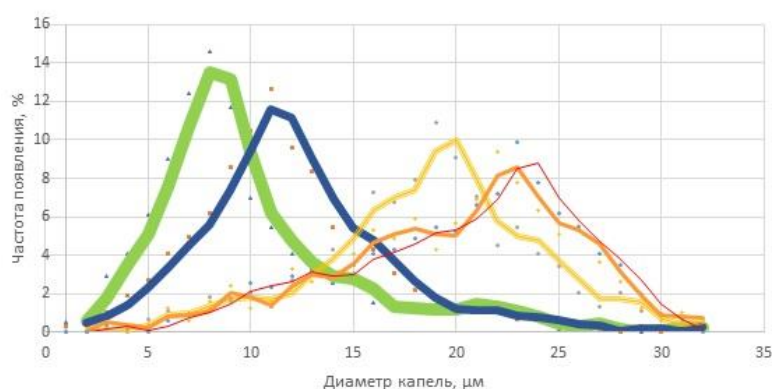


Рис. 3. Распределение капель эмульсии по размеру при разной концентрации полимера:
массовая доля ГЭЦ 0,6-1,4 % с шагом 0,2 %
(увеличение концентрации происходит с утолщением линии кривой)

Наиболее вероятный размер капелек эмульсии уменьшается с увеличением концентрации полимера, и кривая распределения становится уже.

При этом в образцах с высокой концентрацией полимера практически нет аномальных пиков по сравнению с образцами с низкой концентрацией.

Скорость фазового разделения эмульсий зависит также от размера частиц (уравнение 1).

Из рисунка 4 следует, что при высокой концентрации полимера видимых изменений в размерах капель стабилизированных эмульсий со временем (в течение 30 дней) практически не наблюдается. Хотя при низкой концентрации полимера-стабилизатора происходит значительный рост капель вследствие межфазного переноса диспергированного силиконового масла в результате Оствальдовского созревания.

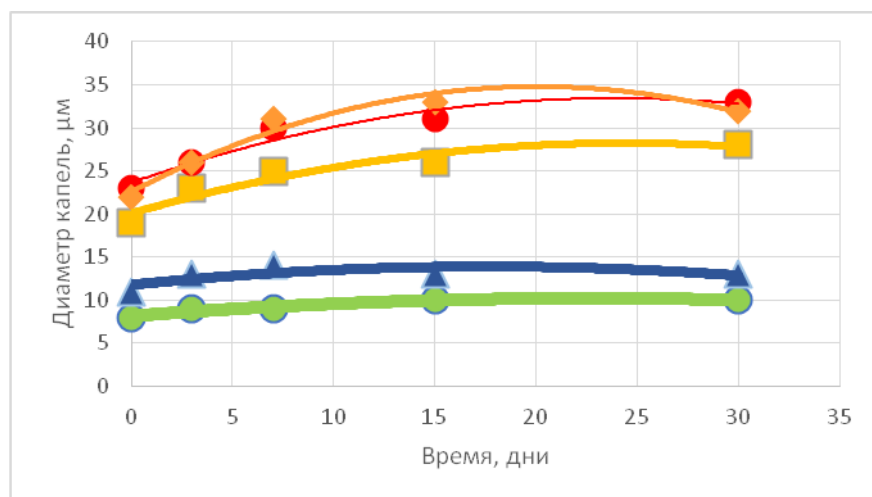


Рис. 4. Изменение среднего размера капель эмульсии, стабилизированной разной концентрацией ГЭЦ, со временем

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана методика приготовления эмульсий, стабилизированных ГЭЦ. Определены зависимости вязкости водных растворов, размеров частиц эмульсий ПМС в воде, стабилизированных данным полимером, а также их устойчивость со временем к фазовому разделению при использовании ГЭЦ различной концентрации. Установлено, что выше концентрации оверкроссинга (равной для водного раствора ГЭЦ 1,15 % по массе) происходит образование трехмерной структуры с межмолекулярными зацеплениями и иммобилизация полученных эмульсионных систем посредством гелеобразования.

Библиографические ссылки

1. Связующие для теплоизоляционных волокнистых плит / Т. К. Углова [и др.] // Ползуновский Вестник. 2000. № 4–1. С. 258–261.
2. Napper D. Polymeric stabilization of colloidal dispersions // Academic Press. 1983. P. 146–162.