**Фазовое состояние, реологические и теплофизические свойства смесей эпоксидного олигомера, парафина и асфальтенов**

***Ильина С.О.,1,2 Горбунова И.Ю.,1 Ильин С.О.2***

*Аспирант, 1 год обучения, младший научный сотрудник*

*1Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, факультет нефтегазохимии и полимерных материалов, Москва, Россия*

*2Институт нефтехимического синтеза им. А.В. Топчиева РАН, Москва, Россия*

*E–mail: lady.ilina.sv@mail.ru*

Одним из современных инновационных способов повышения эффективности использования энергии является применение фазопереходных материалов. Наиболее распространенным кристаллизующимся фазопереходным агентом для создания фазопереходных материалов является парафин [1]. Он является легкодоступным и недорогим веществом, химически стабильным, нетоксичным и обладающим высокой теплоаккумулирующей способностью. В качестве заготовки полимерной матрицы, позволяющей сохранять форму изделия [2], целесообразнее использовать низковязкие реактопласты, в частности, эпоксидные, и вводить парафин в жидком виде для достижения максимальной плотности упаковки путем создания концентрированной эмульсии. Однако возникает необходимость придания устойчивости каплям парафина в эпоксидной среде при ее отверждении, например, созданием эмульсии Пикеринга [3]. Асфальтены и их наноагрегаты адсорбируются на границе раздела вода/масло, тем самым стабилизируя эмульсии [4]. В связи с этим, цель работы – получение и исследование фазопереходного материала на основе эмульсии парафина в эпоксидном олигомере с использованием асфальтенов в качестве стабилизатора.

Объектом исследования выступили смеси эпоксидного олигомера (DER-330, Dow Chemical, США), содержащие парафин и асфальтены. Содержание парафина в смеси олигомера, отвердителя (4,4'-диаминодифенилсульфон) и асфальтенов составляло 0, 15, 25, 35 и 45 мас.%. Во всех смесях содержание асфальтенов было в 10 раз меньше содержания парафина. Для оценки фазового состояния смесей проведен расчет фазовых диаграмм согласно теории Флори-Хаггинса. Для исследования свойств эпоксидных композиций применяли ротационную реометрию и дифференциальную сканирующую калориметрию. Смешение компонентов проводили после их предварительного нагревания до 100 °С в течение 1 мин, отверждали при 180 °С в течение 3 ч.

Согласно расчетным фазовым диаграммам, пара парафин/асфальтены показывает наибольшую взаимную растворимость. Благодаря растворению асфальтены представляют собой большое количество наноразмерных агрегатов, которые стабилизируют капли парафина при их содержании до 45 мас.%. Расплавленный парафин уменьшает вязкость смесей и немного замедляет их отверждение. Отвержденные композиции способны сохранять и отдавать тепловую энергию благодаря плавлению и кристаллизации дисперсного парафина, который, однако, кристаллизуется не до конца из-за частичной растворимости в нем асфальтенов.

**Литература**

1. Huang X. et al. Morphological characterization and applications of phase change materials in thermal energy storage: A review // Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2017. Vol. 72. P. 128–145.

2. Weingrill H.M., Resch-Fauster K., Zauner C. Applicability of Polymeric Materials as Phase Change Materials // Macromol. Mater. Eng. 2018. Vol. 303, № 11. P. 1800355.

3. Chevalier Y., Bolzinger M.-A. Emulsions stabilized with solid nanoparticles: Pickering emulsions // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2013. Vol. 439. P. 23–34.

4. Gorbacheva S.N., Ilyin S.O. Structure, rheology and possible application of water-in-oil emulsions stabilized by asphaltenes // Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2021. Vol. 618. P. 126442.