**Анализ структуры олигомеров лактида, ε-капролактона и их смесей методом спектроскопии комбинационного рассеяния света**

***Сёмин А.М.1,2, Козлова Л.Ю.1, Любимовский С.О.1, Калинин К.Т.3, Седуш Н.Г.3, Кузнецов С.М.1, Новиков В.С.1***

*студент*

1 - Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук, Москва, Россия

2 - Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

3 - Институт синтетических полимерных материалов им. Н.С. Ениколопова Российской академии наук, Москва, Россия

E-mail: [amsyomin@yandex.ru](mailto:amsyomin@yandex.ru)

Олигомеры лактида (ЛА) и ε-капролактона (КЛ) представляют собой перспективные материалы для изготовления биодеградируемых композиций для 3D-печати, систем адресной доставки лекарств и тканеинженерных конструкций в биомедицине. Спектроскопия комбинационного рассеяния (КР) света является высокоинформативным и неразрушающим методом, который позволяет анализировать химический состав, степень кристалличности и конформационные состояния молекул в полимерных материалах. Однако ранее этот метод практически не применялся для исследования олигомеров ЛА и КЛ. Поэтому целью настоящей работы было определение возможности применения спектроскопии КР для количественного анализа структуры и состава олигомеров ЛА и КЛ, а также выявления закономерностей изменения их спектров КР в зависимости от длины и энантиомерного состава цепи, состава смесей.

В данной работе методом спектроскопии КР исследуются линейные олигомеры L-лактида (L-ЛА), D,L-лактида (D,L-ЛА) и КЛ со степенью полимеризации от 10 до 100, а также смеси линейных олигомеров L-ЛА и КЛ со степенью полимеризации 100 с различным содержанием компонентов. Олигомеры L-ЛА и КЛ и их смеси были частично кристаллическими, а статистические олигомеры D,L-ЛА были полностью аморфными. Спектры были записаны с использованием КР-микроскопа Senterra II (Bruker, США) с длиной волны возбуждающего излучения 785 нм и спектральным разрешением 1,5 см-1.

Было показано, что спектры КР олигомеров L-ЛА, D,L-ЛА и КЛ монотонно зависят от степени полимеризации (Рис. 1), а спектры КР смесей монотонно зависят от состава (Рис. 2). В спектрах олигомеров L-ЛА и D,L-ЛА наблюдаются линии инициатора реакции полимеризации (1,12-додекандиола), анализ интенсивности которых позволяет оценивать длину олигомеров до 60 мономерных звеньев ЛА.

По спектрам КР установлено, что степень кристалличности олигомеров L-ЛА возрастает с увеличением степени полимеризации, а олигомеры D,L-ЛА являются аморфными при любой степени полимеризации.

В спектрах КР олигомеров L-ЛА и D,L-ЛА наблюдаются линии около 475 и 660 см-1,которые соответствуют колебаниям молекул в неупорядоченных конформациях. Для

олигомеров L-ЛА интенсивность этих линий уменьшается с увеличениемдлины молекулы.



***Рис. 1***. Спектры КР олигомеров L-лактида (а), олигомеров D,L-лактида (б) и инициатора полимеризации 1,12-додекандиола (а, б).



***Рис. 2.*** Спектры КР олигомеров L-лактида и ε-капролактона и их смесей с разным содержанием компонентов в двух спектральных диапазонах (а, б).

При анализе спектров КР смесей олигомеров L-ЛА и КЛ показано, что анализ линий в диапазоне валентных колебаний CH2 и CH3 групп позволяет определять содержание компонентов смеси.

Таким образом, спектроскопия КР показала свою эффективность для структурного анализа олигомеров ЛА и КЛ. Полученные спектральные зависимости позволяют количественно оценивать степень кристалличности, длину олигомерных цепей, конформационный состав молекул, а также состав смесей олигомеров. Данный метод может быть применен для разработки новых подходов к контролю структуры полимерных систем.