

В. А. Длугунович, Р. Г. Жбанков, В. А. Ждановский,  
С. А. Загорская, С. П. Фирсов

## ВОЗДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ CO<sub>2</sub>-ЛАЗЕРА НА СТРУКТУРУ ПЛЕНОК ЭФИРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Среди методов модификации полимерных материалов с целью улучшения их потребительских свойств заметное место занимает воздействие лазерного излучения [1]. В данной работе методами ИК спектроскопии поглощения и многократного нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО) выполнены исследования конформационных превращений в пленках водорастворимого эфира целлюлозы – гидроксиэтилцеллюлозы (ГЭЦ), элементарная ячейка которой представлена на рис. 1, под воздействием излучения CO<sub>2</sub>-лазера непрерывного режима работы.

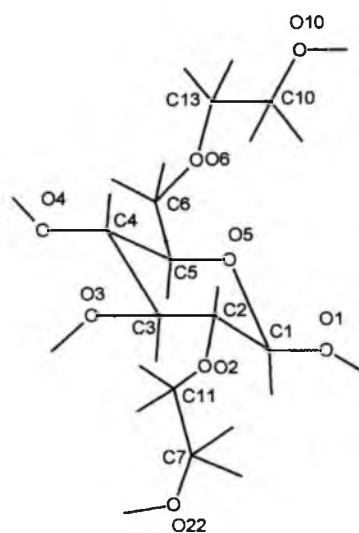


Рис. 1. Элементарная ячейка молекулы ГЭЦ [2]

Выявлены структурно-чувствительные области спектров (1450–1350 и 1150–1000 см<sup>-1</sup>) при изучении пленок ГЭЦ в объеме (спектры поглощения) и в поверхностном слое (спектры МНПВО) (рис. 2). Обнаруженные различия в спектрах поглощения и МНПВО обусловлены неидентичностью конформационных состояний макромолекул в объеме и на поверхности материала. Установлено, что для выявления конформационных превращений в ГЭЦ под действием лазерного излучения необходимо применение спектроскопии МНПВО, т. к. изменения отмечаются в контактирующем с воздухом поверхностном слое, на который в нашем случае действовало лазерное излучение. Отсутствие эффекта в спектрах с поверхности пленки, противоположной подвергаемой лазерному воздействию, подтверждает данный вывод (рис. 3).

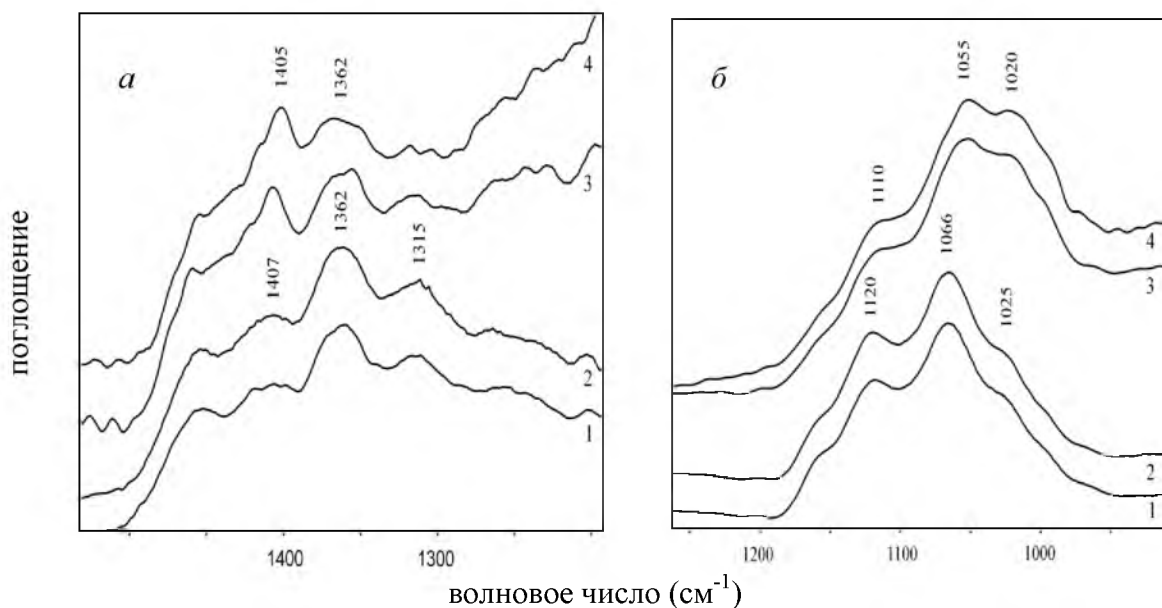


Рис. 2. ИК спектры поглощения (1, 2) и МНПВО (3, 4) пленки ГЭЦ до (1, 3) и после (2, 4) лазерного воздействия при  $q = 3.8 \text{ Вт/см}^2$ ,  $t = 400 \text{ мс}$  и  $Q = 1.5 \text{ Дж/см}^2$  в спектральной области  $1500\text{--}1200 \text{ см}^{-1}$  (а) и  $1200\text{--}900 \text{ см}^{-1}$  (б)

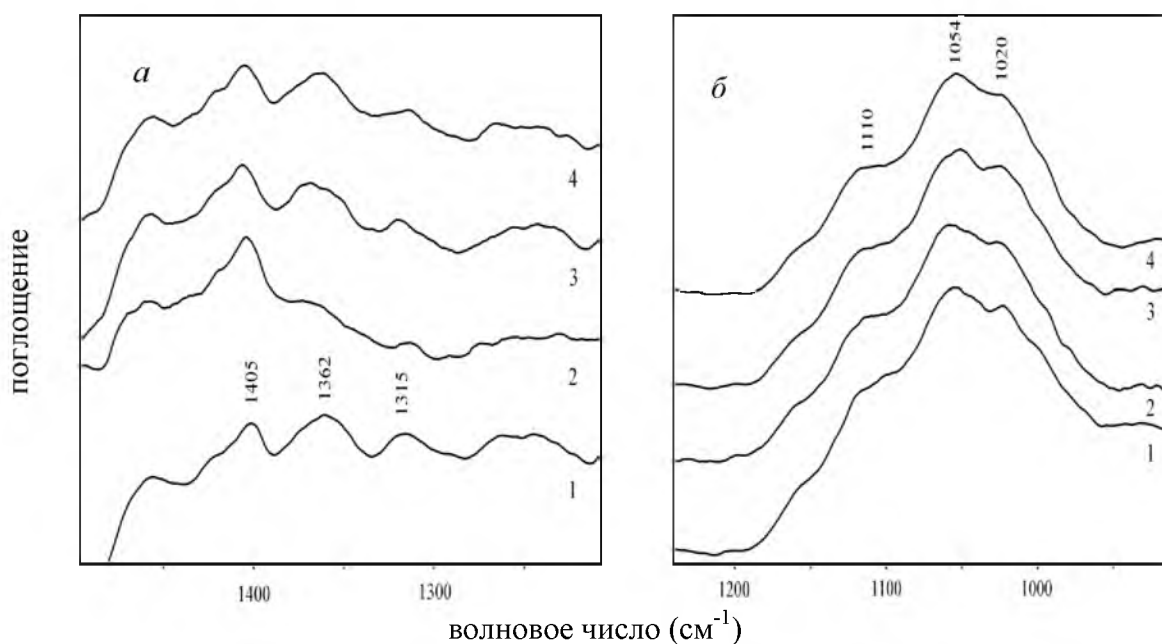


Рис. 3. ИК спектры МНПВО поверхностей пленки ГЭЦ, контактирующей с воздушной средой (1, 2) и с подложкой (3, 4) соответственно, до (1, 3) и после (2, 4) лазерного воздействия при  $q = 1.0 \text{ Вт/см}^2$ ,  $t = 5.8 \text{ с}$  и  $Q = 5.8 \text{ Дж/см}^2$  в областях  $1500\text{--}1200 \text{ см}^{-1}$  (а) и области  $1200\text{--}900 \text{ см}^{-1}$  (б)

Различия в спектрах МНПВО поверхностных слоев исходного полимера, граничащих с воздухом и подложкой, обусловлены конформационными особенностями макромолекул, формирующих эти слои.

После лазерного воздействия наиболее значительные изменения в спектрах наблюдаются в области частот деформационных колебаний групп С–О–Н ( $1450\text{--}1350\text{ см}^{-1}$ ), которые обусловлены реализацией различных ротамеров О–Н групп боковых цепей (см. рис. 2 а и 3 а). Наблюдаемые изменения тем больше, чем большее количество энергии лазерного излучения поглощается образцом.

Таким образом, при воздействии излучения  $\text{CO}_2$  лазера с плотностью потока  $q = 3.8\text{ Вт/см}^2$  и временем облучения пленки гидроксиэтилцеллюлозы от 100 до 400 мс ( $Q = 0.4\text{--}1.5\text{ Дж/см}^2$ ) в ИК спектрах МНПВО наблюдается взаимообусловленное изменение соотношения интенсивностей полос при  $1405$  и  $1362\text{ см}^{-1}$ . При уменьшении плотности потока падающего излучения до  $q = 1.0\text{--}1.7\text{ Вт/см}^2$  с одновременным увеличением времени воздействия до 2–6 с ( $Q = 6.0\text{ Дж/см}^2$ ) наряду с вышеупомянутыми изменениями в спектрах в большинстве случаев наблюдается также изменение соотношения интенсивностей близко расположенных полос  $1054$  и  $1020\text{ см}^{-1}$ . Наблюдаемые различия спектров обусловлены конформационными превращениями структурных фрагментов элементарных звеньев макромолекул.

#### Литература

1. Жбанков Р. Г., Ждановский В. А., Киселевский Л. И. и др. О влиянии монохроматического излучения на изменение физической структуры полимеров // ЖПС. 1974. Т. 20, № 2. С. 317–319.
2. Жбанков Р. Г., Буслов Д. К., Сушко Н. Н. и др. // Эфиры целлюлозы и крахмала: синтез, свойства, применение: Материалы 10-й Всерос. научно-техн. конф. Суздаль, 2003. С. 137–149.