

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ДЕГРАДАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПОМОЩЬЮ ЖИДКИХ КРИСТАЛЛОВ

Аннотация: в работе описываются результаты исследования возможности датчиков УФ деградации полимерных материалов на основе композиционных материалов: пористой полимерной мембраны – жидкий кристалл (ЖК)

Ключевые слова: жидкий кристалл, мембрана, композиционный материал, пленка.

Данное исследование направлено на использование жидких кристаллов для визуализации процесса деградации медицинских полимерных материалов. Исследование проводилось с помощью метода поляризационно-оптической микроскопии. Воздействие на пленки осуществлялось ультрафиолетовым излучением длиной волны 365 нм. С помощью полученных микроскопических изображений образца была проведена цифровая обработка, сформулированы выводы.

Полимерные материалы играют важную роль в современном обществе, одновременно предоставляя широкие возможности для инноваций и развития, и требуя внимательного внимания к их воздействию на здоровье человека.

В связи с этим целью работы является исследование возможности создания датчиков УФ деградации полимерных материалов на основе композиционных материалов: пористая полимерная мембрана – жидкий кристалл [1].

Для осуществления эксперимента использовались полимерные пленки толщиной 23 микрона и диаметром пор 5 микрон. Пленки помещались в контейнер с изопропиловым спиртом (пропанол-2) для очистки поверхности пленки и стенок пор. После чего, сосуд с полимерными пленками подвергался воздействию ультразвука с помощью УЗ ванны мощностью нагревателя 130 Вт и частотой ультразвука 35кГц с временным интервалом 15 минут. По окончании отмывки полимерных пленок, они помещались в специальный прибор для полного высыхания. Для полной сушки пленок использовалась специальная нагревательная плитка с керамической поверхностью, имеющая высокий уровень кислотостойкости. Температура данного прибора паритруется: +50..._500°C. Мощность нагрева плитки 1000 Вт. По завершению полной обработки полимерных пленок, осуществлялось изменение начальной структуры с заданными геометрическими данными (нарезание) на 8 примерно равных частей [2].

Следом за этим, нарезанные полимерные пленки помещались под Ультрафиолетовую лампу VL-6.L с интенсивностью света УФ-излучения 365 нм (длиной волны излучения) с одной лампой, мощность которой вирируется (от 4 до 15 Вт) на полных 6 часов, с извлечением пленок каждые 45 минут.

Каждые 45 минут пара частей полимерной пленки извлекались из-под УФ-лампы и подвергались нанесению жидких кристаллов с помощью микропипеток. Для этой процедуры использовались два ЖК, таких как: 4-циано-4'-пентилбифенил (5CB) и (ZLI-5700-000). После того, как жидкий кристалл впитывался в поры полимерных пленок, было необходимо избавиться от верхнего слоя. Такой процесс осуществлялся с помощью зажима для бумаги, фиксирующий пленки. И узел с микрометрической подачей, который использовался для очистки пленки от избыточного слоя ЖК. По завершению подготовительного процесса, готовые полимерные пленки фиксировались на текстолитовой пластине с отверстиями.



Далее воплощался следующий этап проведения эксперимента с помощью микроскопа ПОЛАМ Л-213М, персонального компьютера с установленной на нем заранее программой LAS – v4.9, для диагностики изменения структуры полимерных пленок [3, 4].

В данном эксперименте был проведен опыт взаимодействия УФ-лучей на полимерную пленку, для того чтобы получить результаты исследования полимерная пленка подвергалась излучению по 45 минут каждой парой частей.

Отчётливо наблюдалось изменение структуры и внешних свойств жидкого кристалла, нанесенного на полимерную пленку в ходе УФ облучения. Чтобы понять, в чем проявляется визуальное изменение ЖК, достаточно обратить внимание на так называемые кресты в ячейках жидких кристаллов. Было замечено, что при последующем излучении и влиянии на полимерные пленки УФ-лампы данные кресты постепенно расходятся, тем самым картинка становится с каждым разом все мутнее.

Аналогичная ситуация происходит и с другим жидким кристаллом (ZLI-5700-000). Также виден процесс изменения структуры креста и размытие полимерной пленки.

Для того чтобы мы могли перейти к анализу полученных экспериментальных данных, нам необходимо сделать избирательность жидкого кристалла на полимерной пленке, иными словами, нам нужно нарезать каждое изображение на персональном компьютере, тем самым упростив в будущем анализ полученных данных.

Далше приведем цифровой анализ полученных данных: По выполнению серии процедур с полимерными пленками и наблюдениями визуального изменения структуры жидких кристаллов необходимо было графически воспроизвести и обработать полученные данные рис.1.

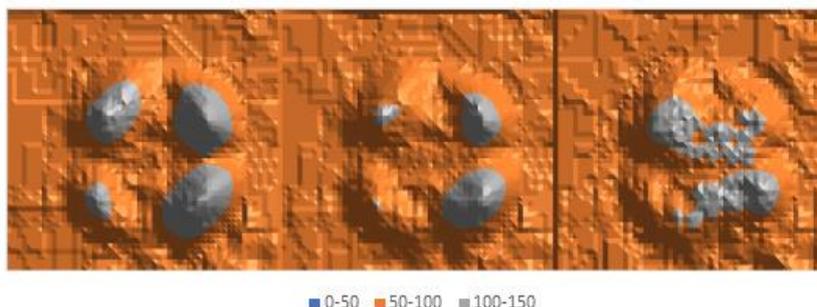


Рис. 1. Диаграмма просветления структуры ЖК на полимерной пленке

Согласно рис.1, видим, что УФ-излучение приводит к тому, что цифровой отпечаток трансформируется, происходит постепенное исчезновение структуры.

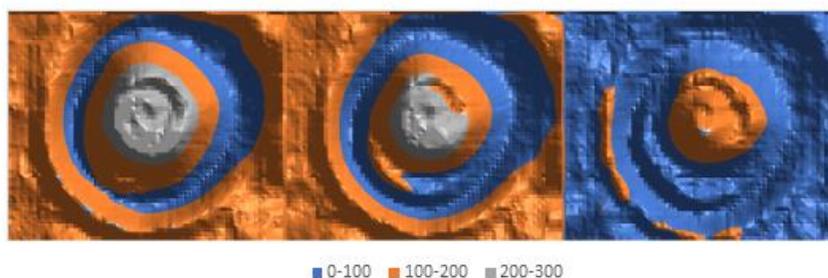


Рис. 2. График пространственного распределения яркости в порах одной части полимерной пленки



Из рис. 2. следует, что под воздействием УФ-излучения на полимерные пленки с жидкими кристаллами ячейки видоизменяются -просветляются некоторые области, что изображено графически.

Анализируя данные графики, важно отметить, что благодаря изменению структуры жидкого кристалла позволяет наглядно определить область наибольшего воздействия УФ-лампы на полимерные пленки

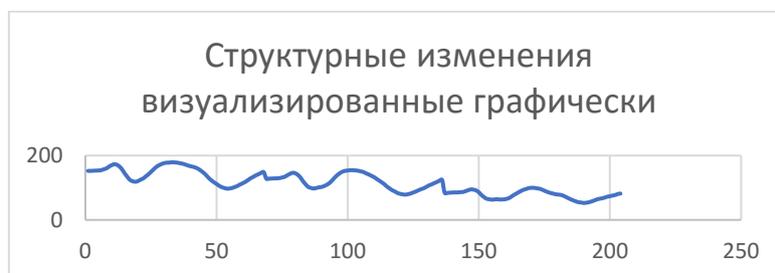


Рис. 3. Цифровой график распределения яркости в порах полимерной пленки

Следует отметить, что для полного анализа данных необходимо знать зависимость между количественными характеристиками жидкого кристалла, интенсивностью просветления и ее геометрией.

Проведенное исследование подтвердило высокую актуальность проблемы деградации медицинских полимерных материалов под воздействием ультрафиолетового (УФ) облучения.

Разработка датчиков для мониторинга УФ деградации может улучшить контроль качества и безопасность медицинских изделий. Экспериментальные образцы композиционного материала были созданы на основе полимерной трековой мембраны, заполненной жидким кристаллом.

Список литературы:

1. Блинов Л.М. Жидкие кристаллы: Структура и свойства. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013, 480с.
2. Князев А. А., Джабаров В. И., Молостова Е. Ю., Лапаев Д. В., Лобков В. С., Галяметдинов Ю. Г. Люминесцентные свойства нематических лантаноидсодержащих смесей // Журн. Физ. химии. 2011. Т. 85, № 7. С. 1377–1380.
3. Meng F.-B., Zhang B.-Y., Zhou A.-J., Li X.-Z. Effect of Mesogenic Crosslinking Units on the Mesomorphic Phases of Cholesteric Liquid Crystalline Polymers // Journal of Applied Polymer Science. – 2007. – Vol. 104. – p. 1161–1168.
4. Wood S.M., Fells J.A.J., Elston S.J., Morris S.M. Wavelength Tuning of the Photonic Band Gap of an Achiral Nematic Liquid Crystal Filled into a Chiral Polymer Scaffold // Macromolecules. – 2016. – Vol. 49 (22). – p. 8643–8652.

