

получить максимально чистую воду. Для очистки сточной воды, содержащей смесь красителей наиболее целесообразно применять совместно флокулянт бигуанидин с коагулянтом  $\text{FeSO}_4$ .

УДК 677.4

## О ВЫБОРЕ УСЛОВИЙ ПОЛУЧЕНИЯ И АНАЛИЗЕ СВОЙСТВ ВОЛОКНООБРАЗУЮЩИХ ПОЛИЛАКТИДОВ

Пырх Т.В., инж., Можейко Ю.М., инж., ОАО «Могилевхимволокно»,  
Щербина Л.А., доц., Могилевский государственный университет продовольствия,  
г. Могилев, Республика Беларусь

В современном мире все больше внимания уделяют экологическим аспектам производства полимерных материалов, а также последствиям их эксплуатации. Поэтому интерес к разработке и использованию изделий на основе биоразлагаемых полимеров, например полилактидов (PLA), получаемых из возобновляемого сырья, только возрастает. PLA – гетероцепной биodeградируемый полиэфир, получаемый из молочной кислоты и ее производных. Потребительские свойства и скорость биодеструкции изделий на его основе можно регулировать варьированием его первичной структуры. Производство PLA отличается относительно невысокой энергоемкостью и меньшим выделением в атмосферу углекислого газа, по сравнению с производством широко распространенного полиэтилентерефталата. Отходы, образующиеся на любых стадиях производства PLA, могут быть возвращены в процесс, что делает его практически безотходным. Полилактид пригоден для получения волокон, нитей, пленочных материалов, тары. Поэтому из него можно производить различные материалы для производства одежды, постельного белья, ковровых изделий, обивки мебели, оформления интерьеров помещений и транспортных средств, упаковки, одноразовой посуды, синтетической бумаги, конструктивных элементов для строительства и техники и др.. Промышленно реализованные технологические процессы получения высокомолекулярного волокнообразующего PLA основаны на получении циклического димера молочной кислоты (МК) – лактида и его полимеризации с раскрытием цикла. Реализация процесса путем прямой поликонденсации МК позволила бы сократить количество технологических стадий, а, соответственно, энергоемкость и себестоимость производства PLA.

В этом направлении на кафедре химической технологии высокомолекулярных соединений совместно с ОАО «Могилевхимволокно» ведутся работы по изучению процесса получения полиэфира на основе L-МК. Технологическая схема такого процесса должна включать стадии: концентрирования МК (сопровождаяемой образованием её олигомеров); предполиконденсации (с образованием низкомолекулярного PLA); поликонденсации; и последующей дополиконденсации (ДПК). В данной работе представлены результаты экспериментов по анализу влияния температуры (в диапазоне от 150 до 170 °С) на протекание процесса поликонденсации. Для этого общая продолжительность поликонденсации во всех случаях была выбрана одинаковой, а в ходе синтеза отбирались пробы образующегося полиэфира для оценки динамики изменения его молекулярно-массовых (рисунок 1), термических (рисунок 2) и других показателей.

Анализ полученных результатов показал, что при проведении поликонденсации при температурах ниже 170°С отмечалось постепенное увеличение характеристической вязкости и рост температуры плавления синтезируемого PLA. Однако при повышении температуры поликонденсации до 170°С отмечено снижение молекулярно-массовых показателей и замедление роста температуры плавления полимера с увеличением продолжительности проведения процесса. Это может быть обусловлено интенсификацией деполимеризационных процессов и/или процессов рацемизации МК и/или ее производных.

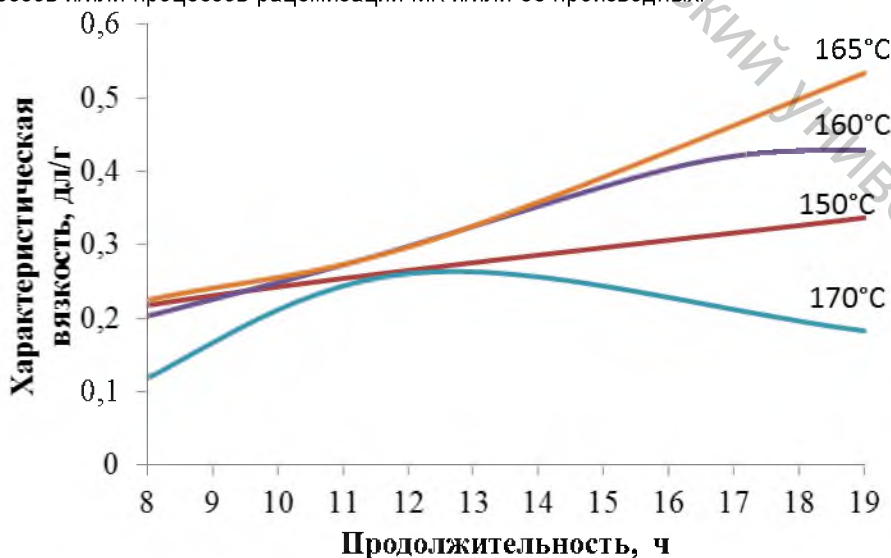


Рисунок 1 – Влияние продолжительности и температуры поликонденсации на характеристическую вязкость PLA

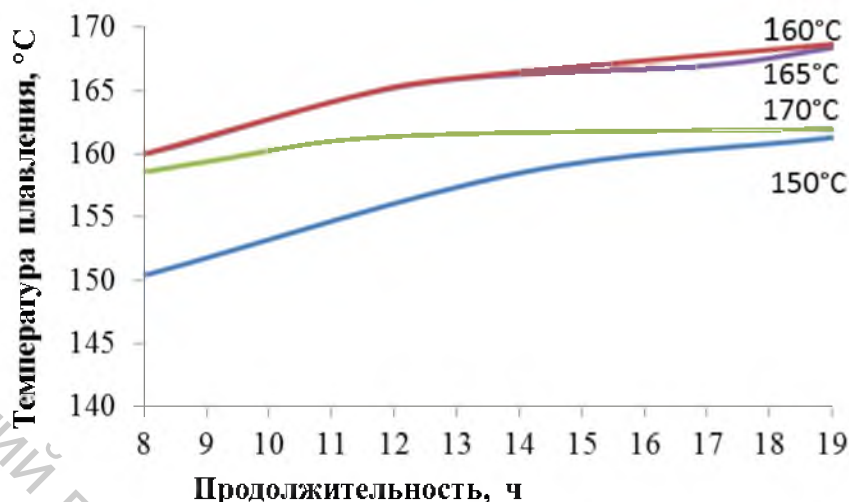


Рисунок 2 – Влияние продолжительности и температуры поликонденсации на температуру плавления PLA (по данным дифференциального термического анализа)

Следует отметить, что все образцы PLA характеризуются наличием температурных областей стеклования, кристаллизации и плавления (рисунок 3). Способность их к кристаллизации свидетельствует о достаточной высокой регулярности структуры синтезируемых в этих условиях PLA. Отличительной особенностью PLA, образующегося при 170°C, является его более низкая температура и более широкий температурный диапазон плавления, характеризующийся двумя пиками. Последнее может быть объяснено формированием в этом полимере двух типов кристаллов.

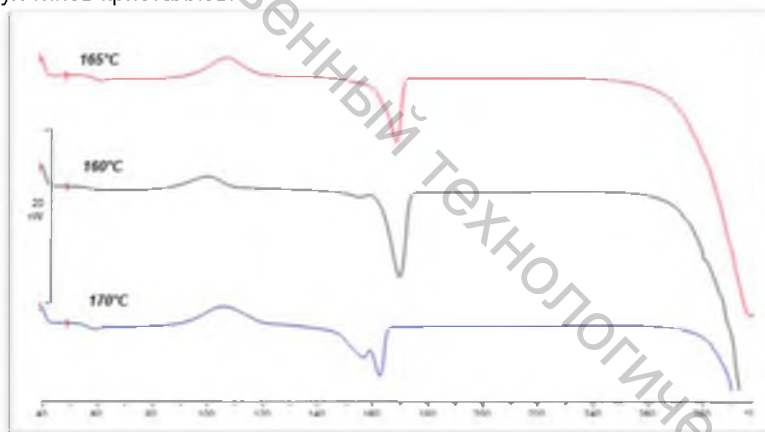


Рисунок 3 – Термограммы образцов PLA

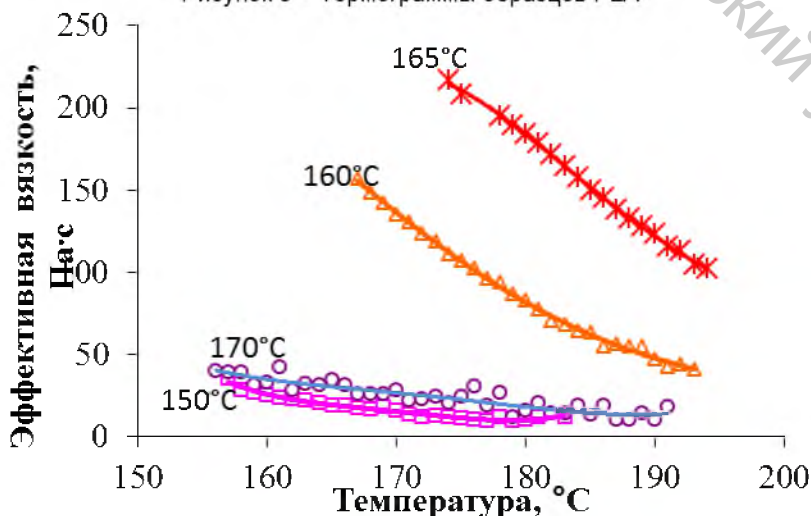


Рисунок 4 – Влияние температуры проведения поликонденсации на температурную зависимость вязкости PLA

Изучение реологических свойств синтезированных образцов PLA (рисунок 4) показало, что наибольшим значением динамической вязкости характеризуется образец PLA, полученный при 165°C. Вероятно это следует связать с его более высокой молекулярной массой. Данный вывод подтверждают результаты турбидиметрического титрования разбавленных растворов PLA (таблица): как правило, чем меньше порог осаждения, тем выше молекулярная масса полимера.

Таблица – Сопоставление PLA

| Температура поликонденсации, °С | Порог осаждения, $\gamma$ | $[\eta]$ , дл/г |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------|
| 150                             | 0,554                     | 0,29            |
| 160                             | 0,505                     | 0,43            |
| 165                             | 0,505                     | 0,53            |
| 170                             | 0,561                     | 0,18            |

Таким образом, показано влияние температуры и продолжительности поликонденсации на свойства PLA, получаемого путем прямого синтеза из МК. Наилучшие показатели отмечены у PLA при проведении поликонденсации при 165°C. Путем прямого синтеза из МК получен PLA пригодный для дальнейшей дополиконденсации.

УДК 666.97.001.015:[53.09+53.06]

## ВЛИЯНИЕ ВЫСОКОЧАСТОТНОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И КАВИТАЦИИ НА ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ОЛЕИНОВОЙ КИСЛОТЫ

*Сакевич В.Н., зав. каф., Ажаронак В.В., с.н.с., Царюк Т.Я., с.н.с.*

*Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь*

Маслорастворимые ингибиторы коррозии представляют собой органические соединения, содержащие в молекуле углеводородный радикал, обеспечивающий их растворимость в минеральном масле, и одну или несколько функциональных групп, способных к адсорбционно-хемосорбционному взаимодействию с поверхностью металла, (кислород-, азот-, серо-, фосфор- и др. группы). Наибольшее распространение в качестве маслорастворимых ингибиторов коррозии нашли кислородсодержащие органические соединения, в том числе и жирные кислоты, как синтетические, так и полученные в результате переработки растительных масел и технических жиров, в частности олеиновая кислота.

*Цель работы* – установление закономерностей изменения свойств олеиновой кислоты в результате воздействия высокочастотного магнитного поля и кавитации.

*Объекты исследования:* техническая олеиновая кислота (ОК) производства Чехия и ее растворы в минеральном масле И-20 А в концентрации 10 % мас. Обработка ОК проводилась высокочастотным магнитным полем (частота 5,28 МГц) в течение 1, 2, 4, 8, 16 и 32 минут. Кавитационное воздействие на ОК осуществлялось мощным ультразвуком на частоте 22 кГц и с амплитудой колебаний торца волновода 45 мкм без термостатирования и с термостатированием в течение 5, 10, 15, 20, 25 и 30 мин. [1].

*Методы исследования:*

- вязкость кинематическая ОК при 25 °С по ГОСТ 33 (согласно стандарту допустимая ошибка измерений –  $\pm 0,5$  %);
- работа адгезии ОК к стали, рассчитывалась по уравнению Дюпре-Юнга. Поверхностное натяжение определяли сталагмометрическим методом, а краевой угол смачивания – методом капли;
- защитные свойства 10 % растворов ОК по ГОСТ 9.054 в условиях воздействия повышенной влажности (95 %), температуры ( $40 \pm 2$  °С) и сернистого ангидрида; при постоянном погружении в электролит (раствор солей). Критерием оценки защитной эффективности объектов исследования служила потеря массы пластины из стали 10, определяемая гравиметрическим методом после удаления продуктов коррозии. Согласно стандарту максимально допустимое расхождение между параллельными измерениями (в нашем случае 3 пластины) не должно превышать  $\pm 10$  %.

Ошибки измерений во всех исследованиях были меньше допустимых.

Результаты оценки влияния высокочастотного магнитного поля на физико-химические и защитные свойства ОК представлены на рис. 1–4. Установлено, что обработка ОК магнитным полем не оказывает влияния на ее поверхностные свойства (рис. 1), но приводит к незначительному изменению ее вязкостных характеристик (рис. 2). Воздействие магнитного поля на защитные свойства ОК неоднозначно. В условиях сернистого ангидрида максимальным защитным эффектом обладают растворы ОК, обработанной в течение 4 мин (рис. 3), а в электролите зависимости защитной эффективности от времени обработки не зафиксировано (рис. 4).

Влияние кавитации на защитные свойства 10 % растворов ОК в минеральном масле И-20А в условиях воздействия сернистого ангидрида и электролита представлены на рис. 5 и 6.