

Далее в работе исследовали влияние введения хлорида лития и НББСА на физико-механические характеристики композиций на основе ПА 1010. Результаты испытаний представлены в таблице.

Таблица - Физико-механические испытания композиций ПА 1010 с хлоридом лития и н-бутилбензолсульфамидом

Содержание добавок, % мас	Предел текучести при растяжении, МПа	Модуль упругости при растяжении, МПа	Относительное удлинение при разрыве, %
Без добавок	45,9±2,5	1673±9	201
LiCl (3)+ НББСА (3)	34,6±5,5	918±72	182
LiCl (3)+ НББСА (4)	39,7±2,4	1111±45	181
LiCl (4)+ НББСА (3)	39,0±2,7	1165±20	184
LiCl (4)+ НББСА (4)	40,3 ±2,1	1240±31	197

Из таблицы следует, что введение НББСА совместно с хлоридом лития приводит к снижению предела текучести и модуля упругости при растяжении во всех исследуемых дозировках компонентов.

УДК 678.8:691.175.3

А. В. Сиразетдинов, асп. 1-го курса;
 А. А. Никифоров, доц., канд. техн. наук;
 Р. Ю. Галимзянова, доц., канд. техн. наук;
 С. И. Вольфсон, проф., д-р техн. наук;
 Р. С. Яруллин, проф., д-р техн. наук;
 Ю. М. Казаков, проф., д-р техн. наук
 (КНИТУ, г. Казань)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА СМЕШЕНИЯ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИМОЛОЧНОЙ КИСЛОТЫ

Пластмассы, получаемые из нефтепродуктов, внесли большой вклад в развитие современной экономики, объём их производства продолжает расти из года в год. Ежегодно в мире производится 230 млн тонн пластмасс. Переработка полимеров на основе углеводов и их производство вызывает ряд экологических проблем: загрязнение окружающей среды, повышенное выделение CO₂, парниковый эффект. Поэтому весьма актуальным является создание полимеров биологического происхождения, которые разлагаются в окружающей среде под действием физических факторов, грибов, водорослей, мик-

роорганизмов. На текущий момент доля биополимеров в мировом производстве составляет около 2%.

Полимолочная кислота (ПМК) является в настоящее время одним из наиболее перспективных биоразлагаемых полимеров. Это обусловлено тем, что производство ПМК возможно, как синтетическим способом, так и ферментативным брожением сырья биологического происхождения (кукурузы, суслу зерна, и т.д.). Полимолочная кислота биоразлагается в условиях компостирования, а также усваивается микроорганизмами морской воды, поэтому создание композиций на её основе и дальнейшая их переработка в изделия позволит сократить потребление невозобновляемых природных ресурсов, а также значительно улучшить экологическую обстановку в мире. Несмотря на широкий спектр возможностей применения полимолочной кислоты, её использование ограничивают сравнительно высокая цена и низкие технологические и физико-механические свойства: ударная вязкость, относительное удлинение и др.

Аналитический обзор отечественной и зарубежной литературы показал, что учеными было исследовано несколько направлений по улучшению физико-механических свойств полимолочной кислоты путем создания композиций с дисперсными наполнителями, термопластами и эластомерами.

В качестве дисперсных наполнителей чаще в литературе встречаются работы с использованием древесной муки, лигнина, глиняных и наноразмерных наполнителей, а также гидроксилатит. Наполнители улучшают физико-механические свойства полимолочной кислоты за счет увеличения адгезии между частицами наполнителя и матрицей полимолочной кислоты. Наполнители улучшают ударную вязкость, повышают термостабильность композитов. К сожалению, многие наполнители получают из нефтепродуктов, что впоследствии негативно влияет на экологию и не позволяет создать композит из полностью возобновляемого сырья.

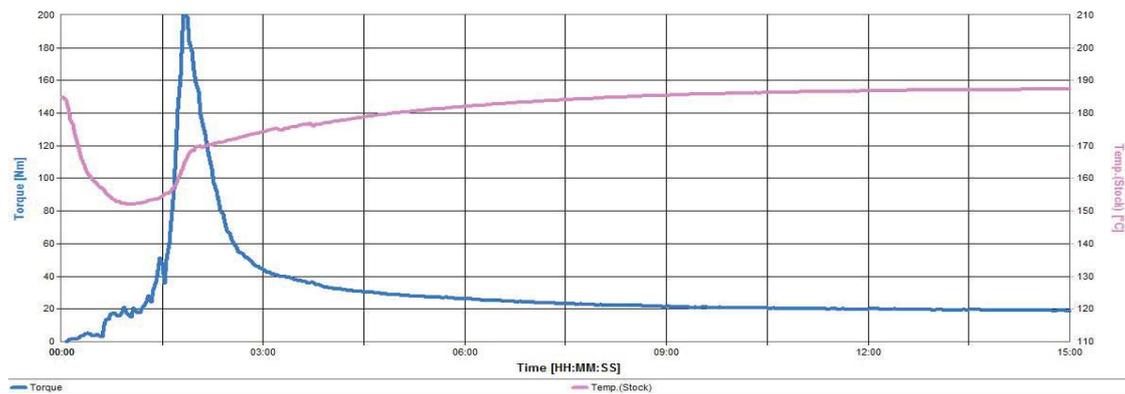
Одно из первых мест в мире в производстве упаковочных материалов сегодня занимают полиолефины, чему в немалой степени способствует их экономическая доступность. В связи с этим большая часть исследований по улучшению физико-механических свойств полимолочной кислоты посвящены композициям с использованием термопластов. В качестве термопластов в работах используют полиэти-

лены, поливинилхлорид, АБС-пластик. Из исследований результаты анализа дифференциально-сканирующей калориметрии показывают, что смеси термопластов и полимолочной кислоты малосовместимы. В связи с этим в работах использовались различные компатибилизаторы, как синтетического, так и природного происхождения, что представляет наибольший интерес. Термопласты улучшают комплекс деформационно-прочностных свойств композитов.

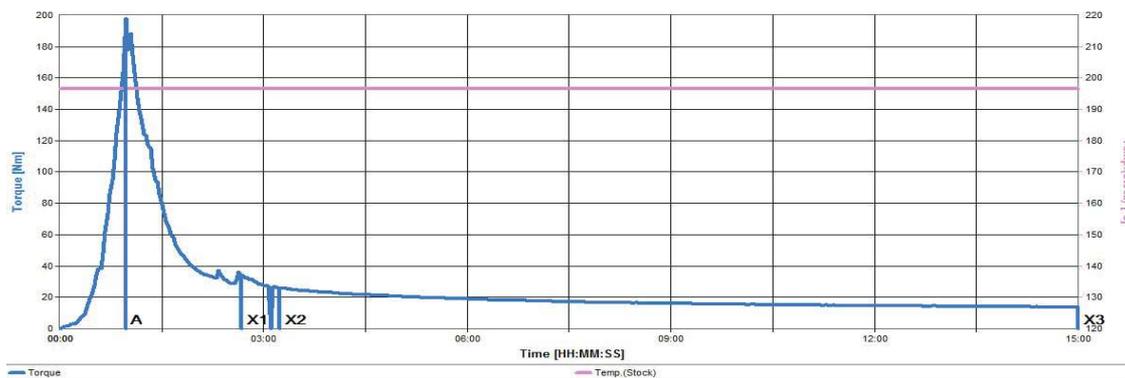
Исследования по улучшению физико-механических свойств полимолочной кислоты путем добавления эластомеров, в основном посвящены натуральному, бутадиен-нитрильному и уретановому каучукам. Так же некоторые исследования посвящены смесям полимолочной кислоты с полибутадиеновым, этилен-пропилен-диеновым, полиизопреновым каучуками, этиленвинилацетатом, полиамидным эластомером. Аналогично с термопластами используются компатибилизаторы. Все каучуки в значительной степени увеличивают ударную вязкость, прочность на разрыв и относительное удлинение полимолочной кислоты. Наибольший интерес исследователей направлен на получение композитов с использованием натурального каучука, так как таким образом можно получить полностью биоразлагаемую композицию.

Как было упомянуто выше, полимолочная кислота обладает низкими технологическими характеристиками – термомеханическое воздействие при переработке приводит к деструкции полимера. Несмотря на большое количество исследований, в научно-технической литературе сведений об изменении такого практически важного показателя как крутящий момент при смешивании немного. Так как для создания композиций происходит в процессе смешения поэтому важно было изучить как будет изменяться крутящий момент в зависимости от температуры и времени смешения полимолочной кислоты. Было исследовано влияние температуры смешения полимолочной кислоты на показатель крутящего момента. Смешение проводили в смесительной камере закрытого роторного смесителя «Brabender» при трех температурах – 180, 190 и 200 °С, и при скорости смешения 60 об/мин в течении 15 минут (рис., а, б, в).

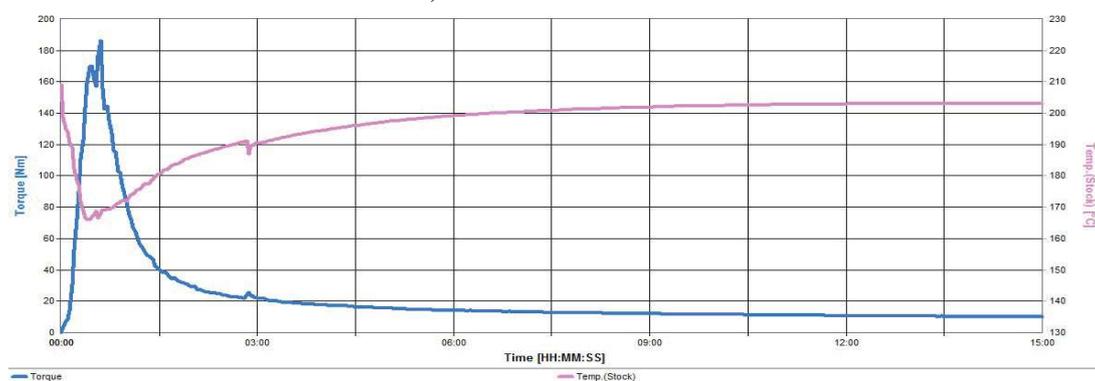
Из зависимости, изображённой на рисунке следует, что с увеличением времени смешения идёт снижение крутящего момента. Также следует отметить, что повышение температуры смешения также приводит к снижению крутящего момента.



а) 180° C, 60 об/мин



б) 190° C, 60 об/мин



в) 200° C, 60 об/мин

Рисунок – Зависимость крутящего момента (Н·м) от времени смешения полимолочной кислоты

Наблюдаемые изменения свидетельствуют о снижении вязкости композиций в процессе переработки, что предположительно связано с деструкцией полимолочной кислоты. Следует отметить, что снижение идёт более интенсивно с увеличением температуры смешения. Исходя из этого следует сказать, что нужно ограничивать время смешения для того, чтобы не происходило дополнительной деструкции.