

высить путем их предварительной термической обработки. Это должно сократить затраты на последующие стадии очистки кристаллического нафталина. Также термическая обработка ТПС способствует повышению выхода продукта при его выделении из нафталиновой фракции методом фильтрования. Стоит отметить, что существенным преимуществом данного метода является попутное получение еще одного товарного продукта – нефтеполимерной смолы, пригодной для использования в качестве мягчителя эластомерных композиций.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. González Azpíroz, C. Gutierrez Blanco, Casal Banciella, The use of solvents for purifying industrial naphthalene from coal tar distilled oils // Fuel Processing Technology. – 2008. – Vol. 89, Issue 2. – P. 111–117.

2. Оптимизация условий термической полимеризации тяжелой пиролизной смолы с целью получения нефтеполимерных смол – мягчителей резиновых смесей / А. И. Юсевич [и др.] // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. – Минск: БГТУ, 2020. – № 2 (235). – С. 56–61.

3. Глузман, Л.Д. Лабораторный контроль коксохимического производства / Л.Д. Глузман, И.И. Эдельман. – М.: Metallurgy, 1968. – 473 с.

УДК 678.8:691.175.3

А. А. Никифоров, доц., канд. техн. наук;  
А. В. Сиразетдинов, асп. 1-го курса;  
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 ВЛИЯНИЯ ГАЛОГЕНИДОВ МЕТАЛЛОВ НА СВОЙСТВА КОМПОЗИЦИИ НА ОСНОВЕ БИОБАЗИРОВАННОГО ПОЛИАМИДА 1010**

Конструкционные полимерные материалы на сегодняшний день являются одним из наиболее востребованных типов материалов. Сфера применения этих материалов постоянно расширяется, и они всё чаще и чаще занимают место металлов в различных отраслях таких, как автомобилестроение, судостроение, строительство и самолётостроение. В связи с этим они должны обладать высоким уровнем физико-механических свойств.

В то же время растёт запрос со стороны общества на охрану окружающей среды. По этой причине попытки перейти на использование возобновляемых ресурсов при получении исходного сырья для синтеза полимеров становятся актуальными.

Полиамид 1010, кроме того, что является конструкционным материалом с высокими эксплуатационными свойствами, также относится к биобазированным полимерам на 100 % состоящим из природного сырья. Физико-механические показатели данного полимера хотя и являются высокими и без наполнителей, однако нередко являются недостаточными для того, чтобы соответствовать всем требованиям, которые предъявляет автомобильная и авиационная промышленность к используемым материалам. Они могут быть значительно повышены с использованием армирующих наполнителей. Но ввиду того, что температура переработки полиамида 1010 составляет 230 °С, возникают трудности с армированием композиции целлюлозными волокнами из-за их термической деструкции. В связи с этим актуальной задачей является разработка композиции на основе полиамида 1010 с температурой переработки 200 - 210 °С для использования целлюлозных волокон. Для решения этой задачи необходимо изучить характер воздействия галогенидов металлов на материал так, как из литературных данных известно, что галогениды металлов способны оказывать влияние на температуру плавления полиамидов. В связи с чем, в данной работе был рассмотрен характер влияния хлоридов кальция и цинка на температуру плавления и физико-механические свойства ПА 1010.

Смещение полиамида с наполнителями проводилось при температуре 190 – 230 °С в двухшнековом экструдере с однонаправленным вращением шнеков ZE25A×60D UTXi (фирмы Krauss Maffei Berstorff). Для удаления адсорбированной полиамидом влаги гранулы перед экструзией и перед литьём под давлением просушивались в течение четырех часов при 80 °С осушенным воздухом на сушилке фирмы Koch до остаточной влажности менее 0.1 % мас. Лопатки для испытаний отливались на литьевой машине Arburg All Drive 370 при 220 – 250 °С.

В настоящей работе были проведены исследования влияния некоторых галогенидов металлов на свойства композиции на основе полиамида 1010.

Первоначально были изготовлены композиции с хлоридом лития, который чаще используется для понижения температуры плавления композиций на основе полиамидов, а для компенсации нежелательного увеличения вязкости в композицию вводили пластификатор НББСА (н-бутилбензолсульфенамид). Влияние хлорида лития на температуру плавления оценивали методом ДСК (дифференциальной сканирующей

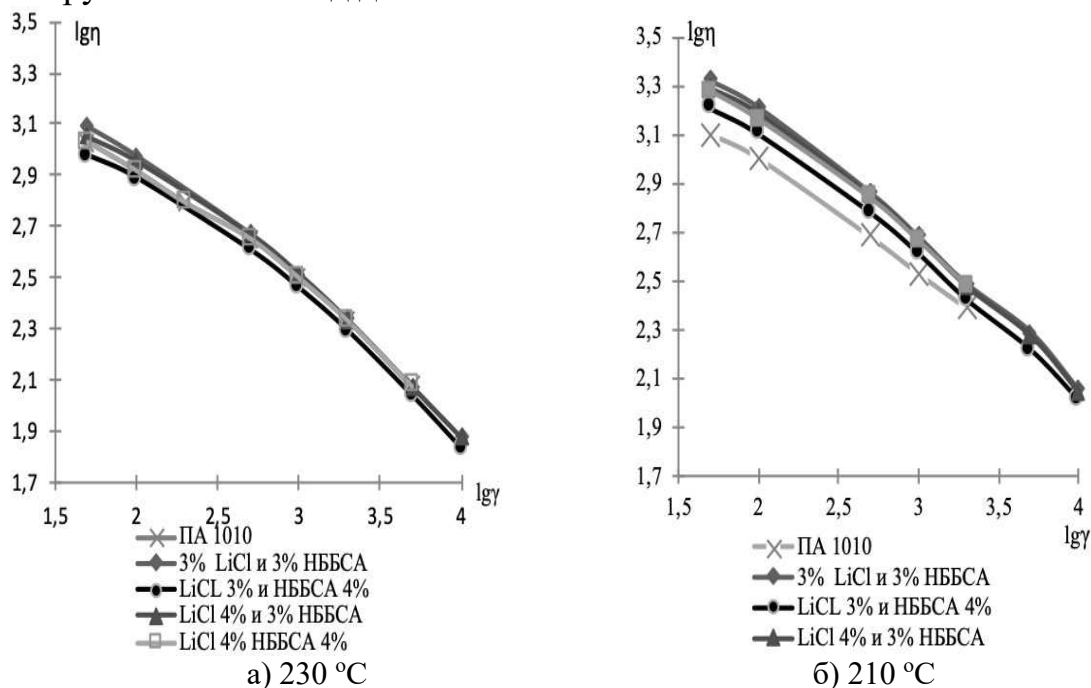
калориметрией). Исходя из данных ДСК следует, что введение 3 и 4 % хлорида лития понижает температуру плавления на 16 °С.

Для оценки влияния хлорида лития и НББСА на вязкость были изготовлены ненаполненные композиции ПА 1010 с разным соотношением добавок. Для получения зависимостей вязкости от скорости сдвига испытания на вискозиметре были проведены как при стандартной температуре переработки полиамида 230 °С, так и при пониженной температуре 210 °С, поскольку введение хлорида лития предполагает понижение температуры плавления полиамида (рис. а и б).

Из рис. а следует, что добавление хлорида лития и НББСА приводит к увеличению вязкости минимум на 30 % при содержании 4 % мас. НББСА и 3 % мас. хлорида лития, а у композиции ПА 1010 с 4 % мас. LiCl и 3 % мас. НББСА вязкость растёт на 47 %. Отличия же вязкости наполненной и ненаполненной композиций менее существенны при обычной температуре переработки ПА 1010, равной 230 °С, что, скорее всего, связано с меньшим влиянием хлорида лития на вязкость при этой температуре.

При снижении температуры испытания с 230 °С до 210 °С (рис. б) вязкость чистого ПА 1010 увеличивается на 19 %, в то время как для композиции ПА 1010 с 3 % LiCl и 3 % НББСА вязкость растёт на 72 %.

Подобное увеличение вязкости однозначно усложнит процесс переработки композиционных материалов традиционными методами экструзии и литья под давлением.



**Рисунок - Зависимость вязкости от скорости сдвига композиций на основе полиамида 1010 с хлоридом лития и НББСА**

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 CO<sub>2</sub>, парниковый эффект. Поэтому весьма актуальным является создание полимеров биологического происхождения, которые разлагаются в окружающей среде под действием физических факторов, грибов, водорослей, мик-