

## ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ И ОСВОЕНИЯ НЕДР

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИЙ ПОЛИПРОПИЛЕН/ОКСИД АЛЮМИНИЯ С ДОБАВЛЕНИЕМ НАНОВОЛОКОН  $Al_2O_3$ 

А.Н. Таракановская, О.Д. Тарновская, М.А. Поздняков

Научные руководители: старший преподаватель кафедры А.А. Троян, к.т.н., начальник ЛСиПП дирекции по химии и переработке полимеров НИОСТ Н.А. Бауман  
**Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**

В настоящий момент полиолефины являются одними из наиболее распространенных крупнотоннажных полимеров, выпускаемых в России. Особое место среди них занимает полипропилен. Этот полимер перерабатывается всеми известными высокотехнологичными и производительными способами переработки полимерных материалов, в том числе экструзией и литьем под давлением. Благодаря сочетанию своих ценных эксплуатационных свойств он нашел широкую область практического применения: при производстве пленки, волокон, деталей автомобилей, большого ассортимента слабонагруженных изделий, деталей бытовой аппаратуры и многое другое.

Модификация полипропилена путем создания различных композиционных материалов позволяет значительно расширить области его применения [1]. Наполненный полипропилен занимает одну из лидирующих позиций среди наполненных термопластов. Особый интерес в данный момент вызывает разработка композиционных материалов с наноразмерными наполнителями. Такие композиты отличаются более высокими показателями, чем композиционные материалы с микро- и макро наполнителями. Так, при использовании минеральных наполнителей, в частности, наноразмерных оксидов металлов, удается получить материалы, характеризующиеся значением теплопроводности, а также улучшенными механическими показателями. Такие композиты могут быть использованы при создании кабельной изоляции, корпусов светодиодов и аккумуляторных батарей, а также в качестве нагревательного элемента теплого пола.

Целью данной работы является установление влияния на механические свойства композитов дополнительной обработки вводимого наноразмерного волокна (обработка силанизирующими агентами, использование готового мастербатча нановолокон в СКЭПТ) при изготовлении материала на основе полипропилена, наполненного микро- и наноразмерным  $Al_2O_3$ .

В качестве полимерной матрицы использовался порошок гомополипропилена с ПТР = 25 г/10 мин (ООО «Тобольск-Полимер», Тобольск). В качестве наполнителей – термоактивированный порошок  $Al_2O_3$  с размером частиц до 0,2 мкм, удельной поверхностью не менее 150 м<sup>2</sup>/г (ООО «Техпроект», Екатеринбург), немодифицированное и силанизированное нановолокно  $Al_2O_3$  длиной 150-350 нм, диаметром 5-50 нм, удельной площадью поверхности 155 м<sup>2</sup>/г, а также мастербатч немодифицированного нановолокна  $Al_2O_3$  СКЭПТ(ANF Technology, Эстония). Композиции были приготовлены на двухшнековом смесителе-экструдере. На термопласт-автомате были приготовлены тестовые образцы для определения физико-механических свойств: прочность при разрыве, относительное удлинение при разрыве, предел текучести при растяжении, модули упругости при растяжении (ISO 527), и изгибе (ISO 178), ударная вязкость по Изоду (ISO 180).

Состав исследуемых композиционных материалов представлен в таблице 1.

Таблица 1

Состав композиционных смесей

Шифр	Содержание, масс. %			
	полипропилен	микроразм. $Al_2O_3$	немодиф. наноразм. $Al_2O_3$	силаниз. наноразм. $Al_2O_3$
1	90	10	–	–
2	85	15	–	–
3	80	20	–	–
4	89	10	1	–
5	84	15	1	–
6	79	20	1	–
7	89	10	–	1
8	84	15	–	1
9	79	20	–	1
10	99	–	1	–
11	99	–	–	1
12	100	–	–	–

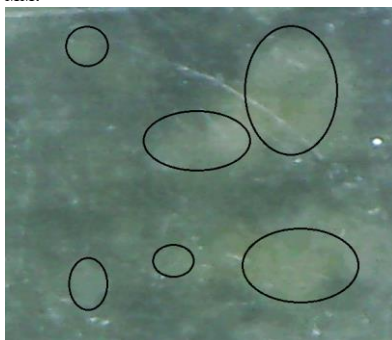
Результаты испытаний представлены в таблице 2.

**Таблица 2**

**Результаты механических испытаний композиций**

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Предел текучести при растяжении $\sigma_{рт}$ , МПа	35,6	35,3	34,7	35,6	35,3	35,5	35,6	35,1	35,2	36,6	37,0	37,1
Прочность при разрыве $\sigma_{рр}$ , МПа	27,6	26,8	28,4	29,1	29,2	30,9	28,0	29,3	30,4	20,4	24,9	29,5
Относительное удлинение при разрыве $\epsilon_{рр}$ , %	17	16	11	11	14	9	10	7	5	22	24	21
Модуль упругости при растяжении $E_{раст}$ , МПа	1820	1940	2070	2245	2497	2630	2296	2406	2558	1790	1781	1750
Модуль упругости при изгибе $E_{изг}$ , МПа	1850	1990	2200	1986	2104	2240	1850	2036	2354	1520	1577	1570
Ударная вязкость по Изоду с надрезом +23 °С, Дж/м	29	27	27	29	27	25	30	27	28	33	28	28
Ударная вязкость по Изоду с надрезом +0 °С, Дж/м	17	18	18	19	19	20	19	20	21	17	18	16

Также в рамках данной работы были приготовлены композиции на основе полипропилена с ПТР = 25 г/10 мин с использованием 10 % мастербатча наноразмерного  $Al_2O_3$  в СКЭПТ. Результаты испытаний показали ухудшение всех исследуемых показателей, причиной этого является неудовлетворительное распределение наполнителя в полимерной матрице. На рисунке 1 представлен снимок пластины, приготовленной из композиционного материала с добавлением 1 % нановолокна в СКЭПТ, на котором видны области скопления наполнителя, размерами от 0,3 до 0,8 мм.



**Рис. 1 Снимок пластины композита на основе полипропилена, наполненного 1 % наноразмерного  $Al_2O_3$  в СКЭПТ, увеличение в 50 раз**

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

1. Введение немодифицированного или силанизированного нановолокна  $Al_2O_3$  в композиционный материал полипропилен/ $Al_2O_3$  приводит к увеличению ударной вязкости по Изоду с надрезом при 0 °С, модулей упругости при изгибе и растяжении, а также снижению относительного удлинения при разрыве.
2. Стоит отметить, что дополнительная модификация нановолокна  $Al_2O_3$  силанизирующим агентом не привела к существенному изменению физико-механических свойств композита. Таким образом, у модифицированного волокна  $Al_2O_3$  не выявлено явных преимуществ перед не модифицированным волокном.
3. Использование 10 % мастербатча наноразмерного  $Al_2O_3$  в СКЭПТ приводит к незначительному снижению физико-механических свойств композитов. Это можно объяснить разной вязкостью расплавов смешиваемых полипропилена и СКЭПТ – невысокая вязкость полипропилена не позволяет добиться равномерного распределения наполнителя в полимерной матрице.

#### Литература

1. Чуков Н.А. Композиционные материалы на основе полипропилена и наноразмерных наполнителей: Автореферат. Дис. ... канд. техн. наук. – Начальник, 2011 г. – 110 с.