

## ИЗУЧЕНИЕ СТРУКТУРА И СВОЙСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА, НАПОЛНЕННОГО АЗОТ-, ФОСФОР-, МЕТАЛЛСОДЕРЖАЩИМИ ОЛИГОМЕРАМИ

Р. Х. Дусанов, П. Ж. Тожиев, Х. Х. Тураев, Г. Т. Нуралиев

Термезский государственный университет

[panjitojiyev74@gmail.com](mailto:panjitojiyev74@gmail.com)

### АННОТАЦИЯ

Сегодня в республике проводится большая научно-исследовательская работа по синтезу органических олигомеров содержащих полифункциональные группы и их применение при получении композиционных материалов. На сегодняшний день синтез огнезащитных олигомеров для защиты полимерных материалов и конструкций от огня и различных агрессивных сред является актуальной задачей.

В статье показана, получение термостойких и механически прочных термопластичных композиционных материалов путем наполнения полипропилена азото-, фосфо- и металлсодержащими олигомерами.

Исследовали физико-механические свойства наполненных полипропиленовых композиций, определение показателя текучести расплава методами вискозиметрии, определение прочности при изгибе методами двухопорного изгиба, определение ударной вязкости по Шарпи.

Для получения композиционного материала на основе ПП изменяли содержание азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров от 1 массовых до 5 массовых частей. Оценка реологических свойств наполненных композитов показала, что с повышением содержания азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров текучесть композиций уменьшается, однако полученные композиции можно перерабатывать методом литья под давлением. Полученные данные показывают, что оптимальными являются композиции, содержащие: 5 масс.ч. азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров.

Разработанные материалы исследовались на воспламеняемость методом кислородного индекса, а теплофизические свойства методом ДТГА.

Соединения, содержащие металл, азот и фосфор, обладают синергетическим действием при использовании в противопожарной защите, т.е. действие таких соединений выше, чем у композиций, содержащих только фосфор и азот. Синергизм азотно-фосфорной системы объясняется образованием связей Р - N в процессе термического разложения, что способствует фосфорилированию и усиливает действие огнезащитных средств как катализатора дегидратации.

**Ключевые слова:** полипропилен, азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров, атомно-силовая микроскопия, физико-химические и механические свойства.



## ВВЕДЕНИЕ

В приготовлении полимера композиционного материала эксплуатационного и конструкционного назначения основной целью наполнения является получение полимерного материала с улучшенным комплексом физико-механических и тепло-физических свойств. Получается это, при введении азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров в качестве наполнителей [1].

В работе [2, 3] получены и предложены в качестве полифункциональных азот-, фосфор-, металлсодержащих соединений, на основе которых было синтезировано более десяти новых продуктов. Также получены олигомерные антипирены ДКЭММ [4] на основе карбамида, аммофоса и оксида металлов имеют преимущество в повышении теплостойкости полимерных материалов.

Были получены азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомер марки 17-А [5], который применен в качестве наполнителя к полипропиленам, определена теплофизическая эффективность полученного композиционного материала. Получены новые азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеры, при этом были изучены свойства композиционных материалов. [6]. Также изучены физико-химические и теплофизические свойства, и АСМ анализы синтезированного фосфор-, азот- и металлсодержащего олигомеров. Полученный фосфор, азот и металлсодержащий олигомер при добавлении к полимерным материалам усиливает их теплостойкие свойства [7].

## МЕТОДОЛОГИЯ

Объектом исследования является полученный термопластичный композиционный материал (КМ) на основе полипропилена.

### Определение показателя текучести расплава

Показателем текучести расплава термопластов является скорость течения (индекс расплава). Его определяют как массу вещества в граммах, проходящую через стандартное сопло в течение 10 минут при определенной температуре и нагрузке. Величина ПТР представляет собой одну точку на кривой течения. Этот показатель является единственной стандартизованной реологической характеристикой расплава. В настоящее время данный метод измерения текучести расплава упоминается в большом количестве источников: статей, диссертаций и пособий [8]. Количественным ориентиром для производителей труб обычно служит указываемый в сертификатах показатель текучести расплава (ПТР), который служит оценкой вязкости

расплава при выбранной температуре и средней молекулярной массе.

Показатель текучести расплава полиэтилена и композиций на его основе определяли на капиллярном вискозиметре постоянных напряжений сдвига типа ИИРТ–М по ГОСТ [9;стр.12] при следующих условиях:

Капилляр длиной  $L = 8 \cdot 10^{-3}$  м, диаметром  $D = 2,09 \cdot 10^{-3}$  м.

Температура 170, 190, 210  $\pm 0,5$  °С

Нагрузка 2,16; 5; 7,7 кг

Время прогрева материала – 5 мин.

Показатель текучести расплава рассчитывается по формуле:

$$ПТР = \frac{600 \cdot G}{t}, \text{ г/10 мин,}$$

где  $G$  – масса прутка, г;  $t$  – промежуток времени между последовательным срезанием прутков, сек.

Затем строили графики зависимости ПТР от температуры, нагрузки и концентрации нанодобавок.

### **Определение прочности образцов при деформации на изгиб**

Определение прочности композитов при изгибе осуществлялось в соответствии с ГОСТ 4648-71 [10; стр.15] методом двухопорного изгиба. Испытаниям подвергались образцы в форме брусков 55,5 x 6 x 4 мм при межопорном расстоянии в 40 мм. Предел прочности при изгибе рассчитывали по уравнению:  $\sigma_{и} = 1,5 (Pa)/(bc^2)$ ,

где  $\sigma_{и}$  – предел прочности при изгибе (разрушающее напряжение);  $a$  – межопорное расстояние;  $b, c$  – ширина и толщина образца соответственно,  $P$  – величина прилагаемой нагрузки. Значения прочности при изгибе определялись как среднее из десяти экспериментов, проведенных для каждого образца.

### **Определение ударной вязкости образцов по Шарпи**

В данной работе ударную вязкость по Шарпи (УВШ) определяли в соответствии с ГОСТ- 4647-80 [11; стр.27]. Ударную вязкость по Шарпи рассчитывали по уравнению:  $a_n = A_n/(ab)$ ,

где  $a_n$  – ударная вязкость по Шарпи;  $A_n$  – затрачиваемая энергия удара на разрушение образца без надреза;  $a, b$  – ширина и толщина в середине образца. Значения ударной вязкости по Шарпи определяли как среднее из десяти экспериментов, проведенных для каждого образца.

### **Определение прочностных характеристик композиционных материалов при разрыве**

Напряжение и относительное удлинение образца, соответствующее его разрыву, определяли по ГОСТ 14236-81 [12 ;120;]. Указанные параметры определяли на разрывной машине при скорости деформирования, равной 50 мм/мин, образца в форме лопатки с геометрическими параметрами 50 x 6 x 4 мм. Разрывную прочность образцов ( $\sigma_p$ ) определяли в соответствии с уравнением:  $\sigma_p = P/(a \cdot b)$ ,

где  $P$  – нагрузка;  $a$ ,  $b$  – толщина и ширина образца в самой узкой части, мм

Разрывное удлинение ( $\varepsilon_p$ ) определяли, отмечая начальную длину образца ( $L_0$ ) и увеличение длины образца в момент его разрушения ( $\Delta L$ ) в соответствии с уравнением  $\varepsilon_p = (\Delta L/L_0)100\%$ .

### Реологические исследования и определение энергии активации вязкого течения

Кривые течения получали на вискозиметре ИИРТ-М. Как известно, для неньютоновских жидкостей выполняется закон Оствальда – Вейля, связывающий сдвиговое напряжение ( $\tau$ ) со скоростью развития сдвиговой деформации ( $\dot{\gamma}$ ):  $\tau = \eta \dot{\gamma}^n$ , где  $\eta$  – вязкость;  $n$  – показатель степени.

После логарифмирования закона Оствальда – Вейля получаем зависимость:  $\ln \tau = \ln \eta + n \ln \dot{\gamma}$ , которая линейна в координатах « $\ln \tau - \ln \dot{\gamma}$ », что позволяет по отрезку на оси ординат определить вязкость, а по тангенсу угла наклона прямой – показатель степени  $n$ .

Однако уравнение Оствальда – Вейля практически никогда не выполняется для расплавов полимеров, так как величина вязкости расплава зависит от величины сдвигового напряжения. Поэтому обычно прибегают к построению кривых течения, т.е. зависимостей типа  $\ln \dot{\gamma} = f(\ln \tau)$  и определению эффективной вязкости в каждой точке по уравнению:  $\ln \eta = \ln \tau - \ln \dot{\gamma}$ .

Величины сдвигового напряжения и скорости сдвига рассчитывают непосредственно по результатам эксперимента. Сдвиговое напряжение рассчитывают по уравнению:  $\tau = Fr/(2SkL)$ , где  $Sk$  – площадь рабочей камеры ( $Sk = 0,715 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ );  $L$ ,  $r$  – длина и радиус капилляра ( $L = 8 \text{ мм}$ ;  $r = 1,045 \text{ мм}$ );  $F$  – прилагаемая сила при продавливании.

Скорость развития сдвиговой деформации можно рассчитать исходя из измерения расхода расплава композита:  $Q = \pi R^2 V$ , где  $V$  – скорость перемещения поршня;  $R$  – радиус камеры ( $R = 5 \text{ мм}$ ) по уравнению  $\dot{\gamma} = Q/(\pi r^2)$ .

Энергию активации вязкого течения определяли из уравнения Эйринга для вязкости:  $\eta = A \exp(E/RT)$ ,

где  $A$  – предэкспоненциальный множитель;  $E$  – энергия активации вязкого течения;  $R$  – универсальная газовая постоянная (8,134 Дж/мол К);  $T$  – температура.

Логарифмируя уравнение Эйринга, получим:  $\ln\eta = \ln A + E/RT$ .

Данная зависимость линейна в координатах « $\ln\eta - 1/T$ », причем по тангенсу угла наклона прямой можно вычислить энергию активации вязкого течения  $E = Rtg\alpha$ .

При определении энергии активации вязкого течения получали зависимости вязкости при температурах от 170 до 210°C через каждые 20 градусов.

### Определение теплостойкости образцов по Вика

Эти испытания дают значение температуры, при которой пластик начинает быстро размягчаться. Круглую иглу с плоским концом, имеющую площадь поперечного сечения 1 мм<sup>2</sup>, внедряют в поверхность пластикового испытуемого образца при определенной нагрузке, и температура повышается с равномерной скоростью. Теплостойкость по Вика (температура размягчения) является температурой, при которой проникновение иглы достигает 1 мм. В настоящей работе определение теплостойкости образцов по Вика было выполнено в соответствии с ГОСТ 15088-83[13].

### Дифференциальная сканирующая калориметрия

Дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) представляет собой метод, используемый для исследования реакции полимеров при нагревании. Метод ДСК может быть использован для изучения плавления кристаллического полимера или стеклования. ДСК установка состоит из измерительной камеры и компьютера. Две чашки нагреваются в измерительной камере. Первая чашка содержит исследуемый материал, а вторая, как правило, пустая и используется в качестве эталона. Компьютер используется для контроля температуры и регулирует скорость, при которой температура чашек изменяется. Типичная скорость нагрева составляет около 10<sup>0</sup> С/мин. В настоящей работе был использован прибор ДСК марки NetzschSimultaneousAnalyzerSTA 409 PG (Германия), с термопарой К-типа (LowRGSilver) и алюминиевыми тиглями. Все измерения были проведены в инертной азотной атмосфере со скоростью потока азота 50 мл/мин. Температурный диапазон измерений составлял 25-370°C, скорость нагрева равнялась 5К/мин. Количество образца на одно измерение 5-10 мг. Измерительная система калибровалась стандартным набором веществ KNO<sub>3</sub>, In, Bi, Sn, Zn.

Степень кристалличности образцов определяют с помощью следующего уравнения:  $\alpha = (\Delta H / \Delta H_{ст}) \cdot 100, \%$ ,

где термин  $\Delta H_{ст}$  - стандартное значение, которое представляет собой теплоту плавления 100% кристаллического полимера (293 Дж/г для ПП).  $\Delta H$  – теплота плавления исследуемого образца.

### Рентгенофазовый анализ (РФА)

Рентгенофазовый анализ – метод количественного и качественного определения фазового состава кристаллических образцов, основанный на изучении дифракции рентгеновских лучей. Разные фазы дают отличающиеся друг от друга дифракционные картины, зафиксированные фотометодом или дифрактометрически. Дифракционная картина полифазного образца представляет собой сумму дифракционных картин отдельных фаз [121]. При качественном РФА наполнителей и композиций по положению дифракционного пика рассчитывают углы  $\theta$ , определяют межплоскостное расстояние  $d$  и сравнивают его с известными значениями для индивидуальных фаз по уравнению Вульфа-Брегга :

$$2d \sin \theta = \lambda n ,$$

где  $d$  – базальное расстояние, нм;  $\lambda$  – длина волны рентгеновского излучения, нм.

Идентификацию образцов проводили на основе дифрактограмм, которого снимали на аппарате XRD-6100 (Shimadzu, Japan), управляемом компьютером. Применяли  $\text{CuK}\alpha$ -излучение ( $\beta$ -фильтр, Ni, 1.54178 режим тока и напряжения трубки 30 mA, 30 kV) и постоянную скорость вращения детектора 4 град/мин с шагом 0,02 град. ( $\omega/2\theta$ -сцепление), а угол сканирования изменялся от 4 до 80°.

### Исследование строения композиционных материалов методом ИК-спектроскопии

ИК-спектроскопия - раздел спектроскопии, включающий получение, исследование и применение спектров испускания, поглощения и отражения в инфракрасной области спектра. ИК-спектры (прибор SHIMADZU IRAFFINITY1, Япония) снимались с пленок образцов композитов толщиной около 10 мкм.

**Экспериментальная часть.** Для получения олигомеров реакцию проводили при pH 8-9, в соотношении дигидрофосфата карбамида, этиленгликоля, меламин, оксида магния (ДКЭММ) в соотношении 2:1:0,5:0,5 и при 165-170°C и фосфат аммония, карбамида, метасиликат натрия, оксида цинка (ФКМЦ) соотношении 2:1:0,5:0,5 при 165-170°C.



Нами синтезировано олигомерное соединение на основе дигидрофосфата карбамида (ДФФК), этиленгликоля (ЭГ), меламина (М), оксида магния (МО). В колбу, оборудованную механической мешалкой, термометром и обратным холодильником, загружают расчетное количество амидофосфата и этиленгликоля, перемешивают при 100°C -120°C в течение 0,5-1 часа с одновременной отгонкой воды, затем добавляют расчетное количество меламина и оксида цинка при 110-130° С и инкубируют в течение 1 часа при 165-170° С. Полученное олигомерное соединение представляет собой темно желтую вязкую массу.

### **Результаты и их обсуждение.**

В данной работе с помощью метода экструзии азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров непосредственно при компаундировании были получены композиционные материалы. Полученные результаты показаны в таблицах №1

Анализ результатов, показывает что введение азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров в полимер улучшает теплофизических и физико-механических свойств полипропилена. Стоит отметить, что использование в качестве наполнителя азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров способствует к значительному повышению теплостойкости, и физико-механические свойства исходного полипропилена [14-15].

Таблица 1

**Физико-механические свойства полипропилена наполненного азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров**

<i>Параметры</i>	<i>Стандарты</i>	<i>ПП- JM350</i>	<i>ПП+5 % ДКЭММ</i>	<i>ПП+ 5% 17-А</i>	<i>ПП+5% (ФКМЦ)</i>
Плотность, г/см <sup>3</sup>	ASTM D1505	0,9	0,99	0,99	0,99
Модул упругости сила кг,мм <sup>2</sup>	СТСЭВ 345-80.	0.18	0.19034	0.18465	0.20623
деформация %	СТ СЭВ 2345-80.	250	285	300	300
Сила упругости, кгс	СТ СЭВ 2345-80.	24	21.2841	20.3097	19.7996
Прочность при разрыве, кгс	ASTM D256	0.17	19.0311	19.1202	18.3134
скорость горения УЛ-94 мм	Толщина образцов 3.2 мм	45	≤40	≤40	≤40

Таким образом, повышение теплофизических и физико-механических свойств полипропилена наполненного азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами максимальный эффект наблюдается при использовании олигомера (ФКМЦ) в 5 масс. %. Полученные результаты показывает, что использование в качестве наполнителя азот-, фосфор-,



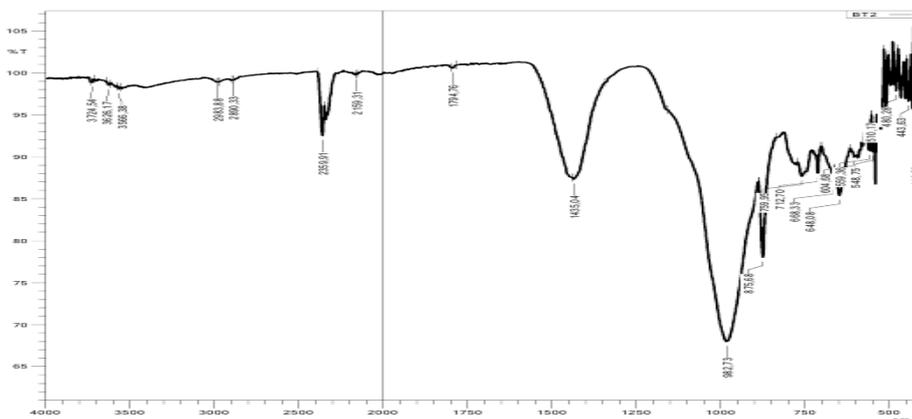
металлсодержащими олигомерами, повышает прочностью и теплостойкостью полипропилена.

Для выяснения взаимодействия на границе ПП, а также за счет чего происходит улучшение свойств, были измерены ИК спектры образцов ПКМ. (рис3.2.). На ИК-спектре ПКМ в областях  $2850-1470 \text{ см}^{-1}$  имеются полосы поглощения, подтверждающие наличие  $-\text{CH}_2-$  групп. ИК-спектр содержит полосы поглощения соответствующие  $=\text{CH}-$  группам в областях  $2987 \text{ см}^{-1}$ , и полосы поглощения в областях  $2892$  соответствующие  $=\text{CH}_2-$  группам. Полосы поглощения соответствующие  $\text{CH}_2-$  групп в области  $1457 \text{ см}^{-1}$ . Полосы поглощения в областях  $2000$  и  $2800 \text{ см}^{-1}$ , подтверждают наличие  $-\text{NH}$  групп. Наличие групп,  $\text{Si-O-}$  в области  $1000-1100 \text{ см}^{-1}$ , подтверждает интенсивная полоса  $-\text{O-O-}$  групп в областях  $880-870 \text{ см}^{-1}$ , .

Кроме того, на ИК-спектроскопии в областях  $400-700 \text{ см}^{-1}$  появляются узкие малоинтенсивные полосы, содержащие связи галогенодержащего соединения.

В частности, полосу  $35953 \text{ см}^{-1}$  можно отнести к валентным колебаниям гидроксильных групп на поверхности.

Таким образом, можно предположить, что образующиеся на поверхности наполнителей полярные кислородсодержащие фрагменты могут участвовать в адсорбционном взаимодействии с полиэтиленовой матрицей, что и может приводить к улучшению некоторых свойств нанокompозитов на основе ПП.

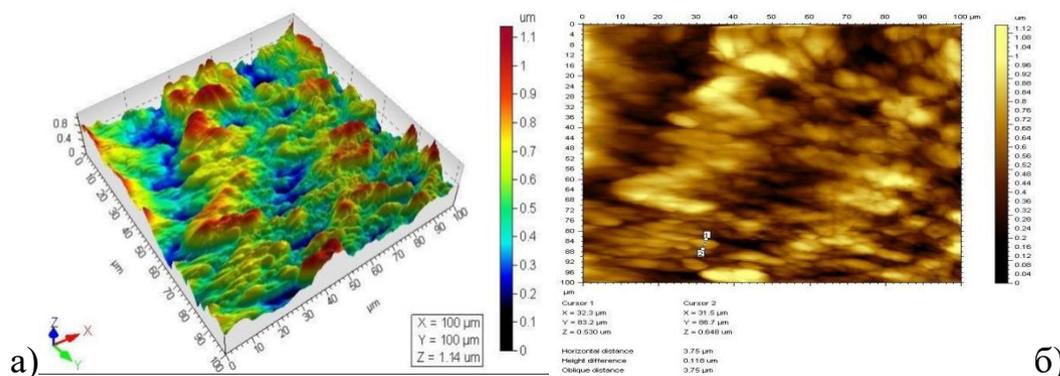


а)

Рис.3.2. ИК спектр композиций ПП+5%(ФКМЦ)

АСМ широко применяется для изучения особенностей топографии и микроструктуры поверхности различных материалов. Этот метод очень чувствителен к пикселям и может формировать поверхность образца полученного в наноразмерном диапазоне, на трехмерной поверхности. Числа показывают изменения

размера, формы, поверхности частиц и механических свойств материалов на поверхности с помощью программы обработки [16]. В этом разделе изучается влияние модификации частиц азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров на морфологию поверхности полимера. Изучение и анализ поверхности модифицированного полипропилена показывает распределение азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров между макромолекулами полимера и их свойства взаимодействия. Результаты были получены для полимерного композиционного материала, полученного из реакционной смеси полипропилена (JM350-Узкоргаз) 5% азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров. Анализ проводился в АСМ (НИИ химии и физики полимеров) с использованием кремниевых кантилеверов с радиусом поворота иглы 10 нм [17-18].



**Рисунок 1. ПП+5 % ДКЭММ: А) - трехмерное изображение, Б) - двухмерное изображение.**

Размер сканируемой области составлял от 1 до 50 мкм. Микроскопия проводилась на воздухе полуконтактным методом, регистрируя изменения амплитуды колебаний счетной стрелки, что, указывает на топографию поверхности и колебания межфазного движения (фазовое обнаружение), показывая сцепление локальных поверхностей между собой.

На рисунке 1 показана поверхность полипропилена, модифицированного азот-, фосфор-, металлсодержащих олигомеров ПП+5 % ДКЭММ.

Результаты показывают, что шероховатость поверхности чистого полипропилена составляет 100 нм, шероховатость поверхности ПП+5 % ДКЭММ 210 нм [19].

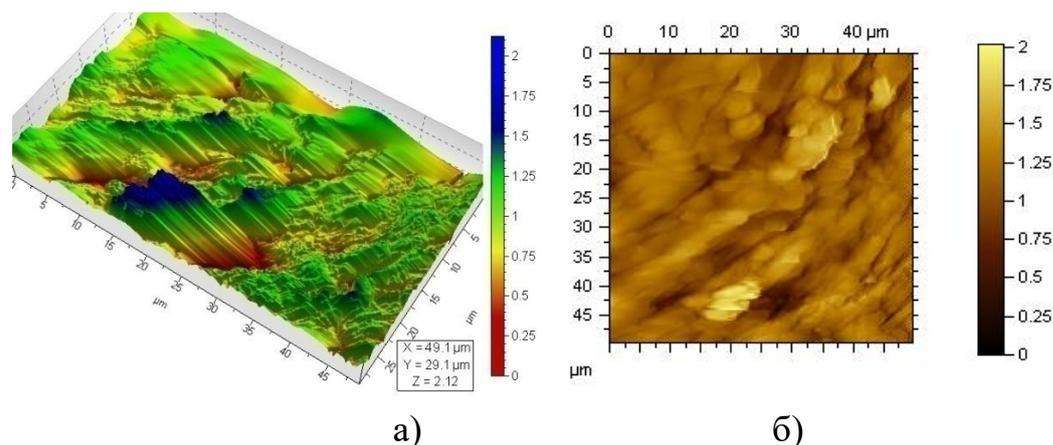


Рисунок 2. ПП+5% (ФКМЦ): А) - трехмерное изображение, Б) - двухмерное изображение.

На рисунке 2 показана поверхность полипропилена, модифицированного ПП+5% (ФКМЦ) А) - трехмерное изображение, Б) - двухмерное изображение.

Результаты показывают, что шероховатость поверхности чистого полипропилена составляет 100 нм, ПП+5% (ФКМЦ) составляет 212 нм [20].

В данной работе на основе термоаналитических исследований изучаются термоокислительные свойства полученных композиционных материалов. Известно, что полимерные композиционные материалы, наполненные нанокompозитами с азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами, разлагаются при более высоких температурах, чем чистые полимеры, и это разложение характеризуется образованием зольного остатка. Это свидетельствует о термической устойчивости полученных композиционных материалов. Комплексные физико-механические свойства композиционных материалов определяются на основе химических изменений состава полимеров в процессе их обработки. Эти процессы проходят при высоких температурах. В данной работе изучались термические и теплофизические свойства: изменение температуры плавления, термостойкость.

Температуру плавления и скорость кристаллизации полимерных композиционных материалов определяли методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК). Полученные результаты представлены в таблице 2.

**Таблица 2.** Термодинамические свойства композиционных материалов на основе ПП+5 % ДКЭММ

Состав композиции	Начало плавления, Т°С	Пик плавления, Т°С	Энтальпия, ΔН, Дж/г	Степень кристалличности α, %
ПП	160	224	188	55
ПП+1 % ДКЭММ	186	241	197	61
ПП+3 % ДКЭММ	197	243	203	59
ПП+5 % ДКЭММ	209	245	210	58

Для определения интервала эксплуатационных температур полимеров методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) были получены термограммы образцов, наполненных наполнителями.

**Таблица 3.** Термодинамические свойства композиционных материалов на основе ПП+5% (ФКМЦ)

Состав композиции	Начало плавления, Т°С	Пик плавления, Т°С	Энтальпия, ΔН, Дж/г	Степень кристалличности α, %
ПП	160	224	188	55
ПП+1% (ФКМЦ)	189	241	197	61
ПП+3% (ФКМЦ)	195	243	203	59
ПП+5% (ФКМЦ)	211	245	210	58

Сравнительный анализ дифракционных спектров композиционных материалов по типам наполнителей и полимеров показал, что чем больше межслоевое расстояние модифицированных наполнителей и чем выше концентрация наполнителя, тем выше скорость диффузии наполнителя, входящего в состав. Таким образом, степень дисперсности оксидов металлов в полимерной композиции также зависит от продолжительности смешения компонентов и вязкости расплава.

Точные результаты могут быть получены при экспериментальном исследовании размера и формы частиц с использованием методов рентгенофазового анализа (метод Дебая-Шеррера). Размер зон когерентного распределения (ЗКР) (размер нанокристаллов) определяется по формуле Дебая-Шеррера:  $D_p = K \lambda / (B \cos \theta)$

$D_p$  - Средний размер кристаллов (нм)  $K$  - постоянная Шеррера.  $K$  изменяется от 0,68 до 2,08. Для сферических кристаллов с кубической симметрией  $K = 0,94$

$\lambda$  - длина волны рентгеновских лучей.  $Cu\ Ka = 1,54178\ \text{Å}$ .

$V$  - интегральная длина рефлексов в дифрактометре FWHM (полная ширина на половине максимума).  $\cos\theta$  - косинусный угол дифракции рентгеновских лучей.

#### 4. Результаты расчета размера наночастиц композита на основе ПП+5 % ДКЭММ по формуле Дебая-Шеррера

№	2theta- Угол сканирования	FWHM-интегральная ширина рефлексов	$D_p$ (nm) средний размер кристаллитов	$D_p$ (nm) средний
1	8.2	0.478	17.42	15.61
2	8.7	0.57	14.61	
3	21.3030	0.5584	15.12	
4	24.0203	0.54	15.70	
5	26.2200	0.56	15.23	

#### Таблица5. Результаты расчета размера наночастиц композита на основе ПП+5% (ФКМЦ) по формуле Дебая-Шеррера

№	2theta- Угол сканирования	FWHM-интегральная ширина рефлексов	$D_p$ (nm) средний размер кристаллитов	$D_p$ (nm) средний
1	6.025	0.3461	24.03	23.53
2	8.5571	0.4642	17.94	
3	12.212	0.3481	23.99	
4	24.8731	0.2868	29.65	
5	26.459	0.3871	22.04	

По результатам рентгенофазового анализа установлено, что размер частиц в полученных композиционных материалах находится в наномасштабе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, максимальное количество олигомера, добавляемого в качестве наполнителя для улучшения физико-механических свойств полимерных композиционных материалов на основе полипропилена, составило 5%. Все полученные результаты показали, что добавление 5% олигомера к полимерам увеличивает прочность и термостойкость полимеров.

Таким образом, повышение физико-механических и теплофизических свойств полипропилена наполненного азот-,

фосфор-, металлсодержащими олигомерами, максимальный эффект наблюдается при использовании ПП+5% (ФКМЦ). По всей видимости, полученный результат можно объяснить препятствиями со стороны азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами, обладающих высокой собственной прочностью и жесткостью. Композиционные материалы полученные с азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами на основе полипропилена являются с обширной сферой возможных применений в качестве теплостойких эффективных полимерных материалами.

Фазовую структуру полипропилена, модифицированного азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами, можно объяснить сильной адгезией между матрицей и олигомерами, что приводит к образованию новых адсорбционных слоев на границе раздела фаз и стыки аморфных компонентов.

Модификация поверхности полимера азот-, фосфор-, металлсодержащими олигомерами приводит к увеличению степени воспламеняемости на его поверхности.

## REFERENCES

1. Умаров Ш.Ш., Тожиев П.Ж., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Структура и свойства полимеров, наполненных оксидами металлов // Ташкент : Узбекский химический журнал, 2021, №4, бет -С.18-24
2. Дусанов Р.Х., А.Т.Структура и свойства полиамида-6 наполненных вермикулитом *Universum: химия и биология: электрон.науч.журнал.* -2020.-№10(76). С. 54-57
3. Umarov, S. S., Tojiyev, P. J., Turaev, H. K., & Jzhalilov, A. T. (2021). Structure and properties of polymers had been filled with bivalent metal phosphates. *ISJ Theoretical & Applied Science*, 09 (101), 378-383.
4. Умаров Ш.Ш., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Улучшение свойств полимеров за счет модификации оксидов металлов олигомерными модификаторами // *Universum: химия и биология : электрон. научн. журн.* 2021. 9(87)
5. Умаров Ш.Ш., Тураев Х.Х., Джалилов А.Т. Модификация полиолефинов с металлоксидными олигомерными модификаторами // *Universum: технические науки : электрон. научн. журн.* 2021. 2(83).
6. Vozorova N.Kh., Turaev E.R., Djalilov A.T. Influence of diffuse metals on the properties of polypropylene // *Universum: Technical sciences: electron. scientific journal*, 2021. – No. 1 (82). – Pp. 32–35.
7. Тожиев П.Ж., Нормуродов Б.А., Тураев Х.Х., Нуркулов Ф.Н., Джалилов А.Т. Изучение физико-механических свойств высоконаполненных полиэтиленовых композиций // *UNIVERSUM: Химическая*



технология: электронный научный журнал, 2018. № 2 (47). – С. 46–52.

8. Мухин Н. М., Буриндин В. Г. Определение реологических и физико- механических свойств полимерных материалов // Методическое указание. Екатеринбург. 2011. ГОУ ВПО УГЛУ. стр. 18–22.

9. ГОСТ 11645-73. Пластмассы. Метод определения показателя текучести расплава термопластов. Введ. с 01.01.1975. М.: стр.12

10. ГОСТ 4648-71. Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб. Введ. с 01.01.1973 стр. 15

11. ГОСТ 4647-80. Пластмассы. Метод определения ударной вязкости по Шарпи. Введ. с 01.06.1981, стр.27

12. ГОСТ 11262-80. Пластмассы. Метод испытания на растяжение. Введ. с 01.12.1980, стр.16

13.ГОСТ 15088-83. Пластмассы. Метод определения температуры размягчения термопластов по вика. Введ. с 01.01.1985, стр.8

14. Чуков Н. А. Композиционные материалы на основе полипропилена и наноразмерных наполнителей : диссертация на соискание кандидата технических наук : // Нальчик, 2011.- 110 с.: ил. РГБ ОД, 61 11-5/1845

15. Shukurov D.Kh., Turaev Kh.Kh., Karimov M.U., Tojiyev P.J. Synthesis of Polyaniline Dye Pigment and Its Study in Dye-Sensitive Solar Cells // International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT), –India, Hindiston. –2022 –№ 70(4). –P. 236-244. doi: 10.14445/22315381/IJETT-V70I4P220. **Scopus**, CiteScore 2021:0.6.

16. Tojiyev P.J., Nuraliyev G.T., Turaev Kh.Kh., Jalilov A.T. Composite polymeric materials of lower flammability based on polyvinyl chloride and basalt //Galaxy International Interdisciplinary Research Journal. – 2022. – Т. 10. – №. 9. – С. 64-70. №23. SJIF. IF-7.71.

17. Tojiev P.J., Turaev Kh.Kh., Nuraliyev G.T., Djalilov A.T. Study of physical-mechanical and thermal properties of filled polyvinyl chloride //International Bulletin of Applied Science and Technology. – 2022. – Т. 2. – №. 10. – С. 82-88. №23. SJIF. IF-5.95.

18. Tojiev P.J., Turaev Kh.Kh., Nuraliev G.T. Influence of modifiers on the physical and mechanical properties of composite materials based on polyamide-6. // International Bulletin of Applied Science and Technology. – 2022. – Т. 2. – №. 10. – С. 89-94. №23. SJIF. IF-5.95.

19. Tojiyev P.J., Turaev Kh.Kh., Nuraliev G.T., Dzhililov A.T Structure and properties of polypropylene filled with metal oxide fillers. // International Bulletin of Medical Sciences and Clinical Research, – 2022. – Т.2. – №.10. – С. 33-38. №23. SJIF. IF-5.94.

20. Tojiyev P. J., Turaev Kh.Kh., Nuraliev G. T., Jalilov A.T. Influence of Fillers on the Physical and Mechanical Properties of Composite Materials Based on Polypropylene //Journal of Agriculture & Horticulture. – 2022. – Т. 2. – №. 10. – С. 8-12. №23. SJIF. IF-5.94.

