ISSN 1561-8323 (Print)
ISSN 2524-2431 (Online)

УДК 620.22; 678.6
https://doi.org/10.29235/1561-8323-2026-70-5-424-431

Поступило в редакцию 12.06.2026
Received 12.06.2026

Ю. М. Кривогуз, В. Н. Усова

Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого Национальной академии наук Беларуси, Гомель, Республика Беларусь
ул. Кирова, 32а, 246050, Гомель, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ МАЛЫХ ДОБАВОК АЛИФАТИЧЕСКОГО ПОЛИКЕТОНА НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ПОЛИАМИДА 6

(Представлено академиком Н. К. Мышкиным)

Аннотация. Исследовано влияние малых добавок алифатического поликетона (АПК) на структурные, механические и реологические характеристики полиамида 6 (ПА6). Установлено, что введение даже минимальных концентраций АПК (0,3–0,5 мас. %) приводит к существенному снижению показателя текучести расплава ПА6, что указывает на интенсивное межмолекулярное взаимодействие компонентов. Показано, что эффект малых добавок АПК на теплофизические свойства ПА6 носит сложный характер. При 0,3–0,5 мас. % АПК стимулирует кристаллизацию полиамидной матрицы, повышая энтальпию фазовых переходов и индекс кристалличности. Дальнейшее увеличение концентрации АПК до 1,0–5,0 мас. % подавляет кристаллизацию ПА6, приводя к снижению всех исследуемых теплофизических характеристик. Проведенное исследование выявило экстремальный характер влияния малых добавок АПК на прочностные свойства ПА6. Оптимальная концентрация АПК для повышения механической прочности ПА6 составляет 1,0 мас. %, при которой достигаются максимальные значения модуля упругости, предела текучести и прочности при растяжении.

Ключевые слова: полиамид, алифатический поликетон, малые добавки, структура, свойства

Для цитирования. Кривогуз, Ю. М. Влияние малых добавок алифатического поликетона на структуру и свойства полиамида 6 / Ю. М. Кривогуз, В. Н. Усова // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2026. – Т. 70, № 5. – С. 424–431. https://doi.org/10.29235/1561-8323-2026-70-5-424-431

Yuri M. Krivoguz, Viktoriya N. Usova

V. A. Belyi Metal-Polymer Research Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Gomel, Republic of Belarus
32a, Kirov Str., 246050, Gomel, Republic of Belarus

EFFECT OF SMALL ADDITIVES OF ALIPHATIC POLYKETONE ON THE STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYAMIDE 6

(Communicated by Academician Nikolay K. Myshkin)

Abstract. The influence of small additive of aliphatic polyketone (APK) on the structural, mechanical, and rheological characteristics of polyamide 6 (PA6) has been investigated. It was established that the introduction of even minimal APK concentrations (0.3–0.5 wt. %) leads to a significant reduction in the melt flow index of PA6, indicating intensive intermolecular interaction between the components. The impact of small APK additives on the thermophysical properties of PA6 exhibits complex behavior. Within the 0.3–0.5 wt. % range, APK stimulates the crystallization of the polyamide matrix, increasing the phase transition enthalpies and the crystallinity index. Conversely, further increasing the APK content to 1.0–5.0 wt. % suppresses PA6 crystallization, resulting in a decrease in all studied thermophysical parameters. The study revealed an extremal nature of the effect of small APK additions on the strength properties of PA6. The optimal APK concentration for enhancing the mechanical strength of PA6 is 1.0 wt. %, at which maximum values for the elastic modulus, yield point, and tensile strength are achieved.

Keywords: polyamide, aliphatic polyketone, small additives, structure, properties

For citation. Krivoguz Yu. M., Usova V. N. Effect of small additives of aliphatic polyketone on the structure and properties of polyamide 6. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2026, vol. 70, no. 5, pp. 424–431 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1561-8323-2026-70-5-424-431

© Кривогуз Ю. М., Усова В. Н., 2026

Введение. Интенсивное развитие инновационных отраслей промышленности выдвигает проблему создания новых типов полимерных материалов с комплексом свойств, которыми не обладают известные ныне пластики. В современных экономических условиях данная проблема не может быть решена только с помощью синтеза новых типов и классов полимеров, поэтому в научных и прикладных исследованиях последних лет наметилась устойчивая тенденция в сторону модификации свойств традиционных полимеров [1].

Крупнотоннажные полимеры, такие как полиамид 6 (ПА6), играют ключевую роль в современной промышленности, находя широкое применение в автомобилестроении, электротехнике, текстильной промышленности и производстве упаковочных материалов. В то же время необходимость модификации ПА6 обусловлена недостатками его свойств, включая высокое влагопоглощение, нестабильность размеров в силу больших значений усадки по причине высокой скорости кристаллизации, хрупкость при надрезе, что создает ограничения на его использование в некоторых областях применения [2–5].

Перспективным направлением улучшения свойств ПА6 является использование в качестве модификаторов различных полимерных добавок, в структуре которых содержатся функциональные группы, способные к реализации межфазных взаимодействий. К названному типу модифицирующих добавок можно отнести алифатические поликетоны (АПК). В их химической структуре содержатся алифатические фрагменты (этиленовые, пропиленовые или другие α-олефиновые) и карбонильные группы, которые реакционноспособны по отношению к функциональным группам полиамидов [6].

Введение АПК в полиамид в процессе его переработки позволяет значительно улучшить ударную прочность, повысить вязкость и химическую стойкость по сравнению с чистым полиамидом. В [7; 8] авторами показано, что смеси ПА6 с поликетонами демонстрируют высокую совместимость между полимерными компонентами. Улучшение совместимости между полиамидами и поликетонами достигается за счет усиления межфазных взаимодействий вследствие формирования водородных связей между функциональными группами, принадлежащими различным полимерным компонентам [7; 8]. В [9] сообщается, что ударная вязкость ПА12 за счет добавки АПК в количестве 10 мас. % увеличилась с 6,8 до 111,9 кДж/м^2. В [10] авторы показали, что как методом капиллярной экструзии под высоким давлением, так и методом литья под давлением в смесях ПА6/АПК может быть сформирована градиентная инкапсулирующая структура (оболочка из АПК и сердцевина из ПА), благодаря которой смеси ПА6/АПК продемонстрировали превосходную химическую стойкость при погружении в муравьиную кислоту. Как считают авторы статьи [11], превосходные характеристики смеси ПА6/АПК обусловлены синергетическим эффектом улучшенной межфазной адгезии и взаимосвязанной межфазной структуры, проникающей в объем смесей ПА6/АПК посредством водородных связей. В совокупности эти исследования подтверждают перспективность использования АПК в качестве модифицирующей добавки для улучшения свойств полиамидов.

В большинстве работ, описывающих смеси ПА6/АПК, для модифицирования используются концентрации АПК в диапазоне от 10 до 50 мас. % [7–11]. Однако практически отсутствуют исследования, касающиеся модифицирования ПА6 с использованием малых концентраций АПК, а именно от 0,3 до 5,0 мас. %, что является существенным пробелом в исследованиях в данном направлении.

Таким образом, целью настоящей работы является исследование влияния малых концентраций АПК на структуру, механические и реологические свойства ПА6.

Материалы и методы исследования. В настоящей работе базовыми объектами исследования служили ПА6 (марка для контакта с пищевыми продуктами, производство ОАО «Гродно-Азот», Беларусь) и АПК (марка M330F, производство фирмы «Hyosung Corporation», Южная Корея). Компаундирование бинарных смесей ПА6 с АПК осуществляли с применением экструзионно-грануляционной линии на базе двухшнекового экструдера TSSK 35/40 с однонаправленным вращением шнеков (производство КНР, диаметр шнеков 35 мм, L / D = 40, производительность 50 кг/ч, 10 секций материального цилиндра с независимым нагревом и точным поддержанием температуры). Температурный режим в основных зонах смешения материального цилиндра экс-

трудера соответствовал температурам, определенным для экструзии ПА6, которые составляли порядка 240 °С. Частота оборотов шнека при этом была установлена на уровне 300 об/мин. Длительность пребывания полимерного расплава в материальном цилиндре при этом ≈0,5 мин. Концентрация модифицирующей добавки варьировалась от 0,3 до 5,0 мас. %.

Для оценки технологичности композитов и исходного полимера определяли показатель текучести расплава (ПТР) в соответствии с ГОСТ 11645. Измерения ПТР проводили на приборе «LMI 5000 Series» (Dynisco, США) с капилляром диаметром (2,095 ± 0,005) мм. Испытания выполняли при температуре 250 °С и нагрузке 166,77 Н. За результат принимали среднее арифметическое значение, полученное из двух параллельных определений по трем отрезкам, при условии, что расхождение между значениями массы не превышало 15 %.

Анализ особенностей плавления и кристаллизации ПА6/АПК смесей осуществляли методом дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) с помощью прибора DSC 214 Polyma (Netzsch – Gerätebau GmbH, Германия). Анализируемую пробу получали в виде поперечных срезов, взятых из средней части брусков, для определения ударной вязкости. Для устранения влияния тепловой предыстории на структуру материалов проводили повторный цикл нагрева и охлаждения. При определении температур плавления ($T_{пл}$) и кристаллизации ($T_{кр}$) использовали значения данных показателей, полученные при повторном испытании образцов. Масса навески составляла 7 мг, а скорости нагрева и охлаждения в токе азота – 10 °С/мин.

Кристалличность ПА6 в композитах оценивали по индексу кристалличности ($\Delta I_{кр}$), рассчитываемому по формуле

$$\Delta I_{кр} = \frac{\Delta H_{пл}}{\Delta H^{0}_{пл}\alpha},$$

где $\Delta H_{пл}$ – теплота плавления ПА6 в композите; $\Delta H^{0}_{пл}$ – теплота плавления ПА6 в индивидуальном состоянии; α – массовая доля ПА6 в композите.

Механические свойства материалов определяли при испытаниях на растяжение в соответствии с ГОСТ 11262. Образцы имели форму лопаток с размером рабочей части 45 × 5 × 2 мм. Определяли следующие параметры: модуль упругости при растяжении ($E_р$), предел текучести ($\sigma_Т$), прочность при растяжении ($\sigma_р$) и относительное удлинение при разрыве ($\varepsilon_р$). Испытания проводили на универсальной испытательной машине Shimadzu AGS-X (Shimadzu Corporation, Япония) при скорости деформации 50 мм/мин. Результаты представляли как среднее значение по результатам 5–7 параллельных испытаний.

Результаты и их обсуждение. Для оценки способности полимерных материалов к переработке и определения технологических параметров процесса необходимо знать реологические характеристики. Поэтому в качестве первого этапа исследования было изучено влияние малых добавок АПК на показатель текучести расплава ПА6. Результаты исследований представлены в табл. 1.

Т а б л и ц а 1. **Изменения значений ПТР для ПА6, модифицированного малыми добавками АПК**

T a b l e 1. **Changes in the MFI values for PA6 modified with small additives of APK**

Обозначение состава, мас. % Composition designation, wt. %	ПТР, г/10 мин MFI, g/10 min
ПА6	128,10
АПК	183,50*
ПА6/АПК–0,3 %	70,20
ПА6/АПК–0,5 %	15,16
ПА6/АПК–1,0 %	4,41
ПА6/АПК–1,5 %	0,50
ПА6/АПК–3,0 %	0,49
ПА6/АПК–5,0 %	0,47

П р и м е ч а н и е. * – при нагрузке 49,05 Н.
N o t e. * – at a load of 49.05 N.

Как следует из табл. 1, ПТР для исходных ПА6 и АПК достигает значения 128,10 г/10 мин и 183,50 г/10 мин соответственно, что отвечает типичным значениям для марок данных полимеров, используемых для литья под давлением. Введение АПК вызывает значительное снижение текучести расплава ПА6 уже при минимальных концентрациях (табл. 1). Добавка всего 0,3 мас. % АПК приводит к снижению текучести до 70,20 г/10 мин (почти в 1,8 раза). При увеличении содержания АПК до 0,5 мас. % наблюдается падение ПТР более чем в 8,0 раз по сравнению с исходным ПА6. Дальнейшее повышение концентрации добавки в диапазоне от 1,5 до 5,0 мас. % приводит к выходу зависимости ПТР от концентрации АПК на плато, где значения ПТР составляют менее 1,0 г/10 мин, что соответствует практически полной потере текучести материала в стандартных условиях испытаний.

Выраженная нелинейная зависимость ПТР от содержания АПК в объеме ПА6 свидетельствует о протекании интенсивных межмолекулярных взаимодействий между полимерными компонентами. Согласно литературным данным [8; 9], между карбонильными группами АПК и амидными/аминными группами ПА6 возможно формирование системы водородных связей. Однако, учитывая масштаб снижения ПТР при введении малых добавок АПК в диапазоне 0,3–5,0 мас. %, представляется маловероятным, что физические взаимодействия являются единственным фактором, определяющим реологию системы. Можно предположить, что в процессе смешения в расплаве протекают химические реакции между функциональными группами полимеров. Возможно, что подобные реакции ведут к образованию ковалентных связей между макромолекулами АПК и ПА6 непосредственно в процессе переработки. Образование таких межмолекулярных связей может приводить к резкому увеличению молекулярной массы и формированию разветвленной или частично сшитой межфазной архитектуры полимеров. Это создает значительные стерические препятствия для перемещения макромолекул, что выражается в резком росте вязкости расплава и, как следствие, значительном падении ПТР. Тот факт, что при концентрациях АПК выше 1,5 мас. % ПТР практически перестает изменяться, может указывать на достижение предела реакционной способности доступных концевых групп ПА6 или на формирование устойчивой сетки физико-химических зацеплений.

Кардинальное изменение реологического поведения, наблюдаемое при введении АПК, свидетельствует о глубокой перестройке системы межмолекулярных взаимодействий и подвижности макроцепей ПА6 в расплаве. Поскольку процессы кристаллизации чрезвычайно чувствительны к вязкости среды и энергии межфазных взаимодействий, можно было ожидать столь же значительного влияния малых добавок АПК на формирование надмолекулярной структуры ПА6. Результаты исследования методом ДСК подтвердили это предположение и одновременно выявили сложный, немонотонный характер воздействия малых добавок АПК, зависящий от его концентрации, на кристаллическую структуру ПА6 (табл. 2).

Т а б л и ц а 2. **Влияние малых добавок АПК на теплофизические показатели ПА6**

T a b l e 2. **The effect of small amounts of APK additives on the thermal properties of PA6**

Обозначение состава, мас. % Composition designation, wt. %	$T_{пл}$, °C T_m, °C	$\Delta H_{пл}$, Дж/г ΔH_m, J/g	$\Delta I_{кр}$ ΔI_{cr}	$T_{кр}$, °C T_{cr}, °C	$\Delta H_{кр}$, Дж/г ΔH_{cr}, J/g
ПА6	220,8	50,1	1,00	187,4	61,5
АПК	222,0	56,6	–	183,9	65,6
ПА6/АПК–0,3 %	220,1	52,8	1,06	186,5	63,9
ПА6/АПК–0,5 %	219,1	51,1	1,03	184,9	62,2
ПА6/АПК–1,0 %	218,4	44,3	0,89	183,5	57,5
ПА6/АПК–1,5 %	219,0	41,5	0,84	181,9	52,8
ПА6/АПК–3,0 %	218,3	45,4	0,93	182,9	57,4
ПА6/АПК–5,0 %	218,1	47,8	1,00	181,1	56,5

Как следует из данных, представленных в табл. 2, введение 0,3–0,5 мас. % АПК приводит к снижению $T_{пл}$ и $T_{кр}$, однако наряду с этим наблюдалось увеличение энтальпий плавления

($\Delta H_{пл}$) и кристаллизации ($\Delta H_{кр}$), а также $\Delta I_{кр}$. При дальнейшем увеличении концентрации АПК до 1,0–5,0 мас. % отмечается снижение всех исследуемых теплофизических характеристик: $T_{пл}$, $T_{кр}$, $\Delta H_{пл}$, $\Delta H_{кр}$ и $\Delta I_{кр}$. Таким образом, наблюдается нелинейный эффект, при котором концентрации АПК в диапазоне 0,3–0,5 мас. % оказывают стимулирующее влияние на кристаллизацию ПА6, в то время как концентрации АПК 1,0–5,0 мас. % – подавляющее.

Увеличение $\Delta H_{пл}$, $\Delta H_{кр}$ и $\Delta I_{кр}$ при введении 0,3–0,5 мас. % АПК, несмотря на снижение $T_{пл}$ и $T_{кр}$, представляется парадоксальным и требует объяснения. Вероятно, при концентрации АПК 0,3–0,5 мас. %, карбонильные группы поликетона формируют водородные связи с аминными и амидными группами ПА6. Эти межмолекулярные связи действуют двояко.

С одной стороны, как следует из реологических данных, они стабилизируют расплав за счет ограничения подвижности макроцепей. Возможно, что вследствие этих процессов снижается $T_{кр}$ и формируются мелкие и менее совершенные кристаллиты с более низкой $T_{пл}$. С другой – можно предположить, что на локальном уровне АПК создает множество дополнительных центров зародышеобразования, которые способствуют ориентации и предварительной организации сегментов ПА6 в конформации, благоприятные для кристаллизации. Это приводит к тому, что в процесс кристаллизации вовлекается большее количество полимерных цепей, что и выражается в росте тепловых эффектов ($\Delta H_{пл}$, $\Delta H_{кр}$) и общей степени кристалличности ($\Delta I_{кр}$).

Снижение $T_{пл}$, $T_{кр}$, $\Delta H_{пл}$, $\Delta H_{кр}$ и $\Delta I_{кр}$ при концентрациях АПК от 1,0 до 5,0 мас. % указывает на подавление кристалличности ПА6. Вероятно, при таком концентрационном соотношении происходит нарушение регулярности кристаллической решетки ПА6. Решающую роль здесь может играть плотная сетка межмолекулярных связей, образующаяся при избытке реакционно способных аминных и амидных групп, которая ограничивает подвижность цепей, необходимую для роста кристаллитов. Кроме этого, вполне допустимо, что фрагменты АПК, ковалентно связанные с полиамидными цепями, выступают как структурные дефекты и исключают прилегающие к ним сегменты из процесса кристаллизации. Следствием этого является накопление аморфной фазы, формирование дефектной кристаллической структуры и, как результат, снижение всех теплофизических характеристик ПА6.

Изменение реологических характеристик и параметров надмолекулярной структуры при модификации ПА6 малыми добавками АПК находит прямое отражение в механическом поведении конечного материала. Исследование механических свойств композиций ПА6 с АПК выявило экстремальный характер влияния концентрации АПК на $E_р$, $\sigma_Т$ и $\sigma_р$ (рис. 1). Увеличение концентрации АПК до 1,0 мас. % приводит к росту указанных показателей, после чего дальнейшее увеличение концентрации АПК сопровождается их снижением. Максимальные значения $E_р$, $\sigma_Т$ и $\sigma_р$ достигаются при содержании АПК 1,0 мас. %, что свидетельствует об оптимальной концентрации малых добавок АПК для повышения механической прочности ПА6.

Данный эффект может быть объяснен следующим образом: при малых концентрациях АПК (до 1,0 мас. %) выступает в качестве эффективного нуклеирующего агента, способствуя формированию более совершенной и ориентированной кристаллической структуры ПА6. Увеличение степени кристалличности приводит к повышению прочности и жесткости материала, что проявляется в увеличении $E_р$, $\sigma_Т$ и $\sigma_р$. При концентрациях АПК выше 1,0 мас. % происходит нарушение регулярности кристаллической структуры, появление дефектов и снижение степени кристалличности, что проявляется в уменьшении механических свойств ПА6.

В отличие от $E_р$, $\sigma_Т$ и $\sigma_р$ относительное удлинение $\varepsilon_р$ ПА6 демонстрирует монотонное снижение с увеличением концентрации АПК (рис. 2). Это связано с тем, что добавки АПК, даже в малых концентрациях, ограничивают движение цепей ПА6, снижая его пластичность и способность к деформации. Формирование высокой плотности водородных и межфазных ковалентных связей препятствует вытягиванию цепей ПА6 при растяжении, что приводит к уменьшению $\varepsilon_р$. При концентрациях АПК 1,0–5,0 мас. %, когда дефектообразование становится преобладающим, снижение пластичности становится еще более выраженным.

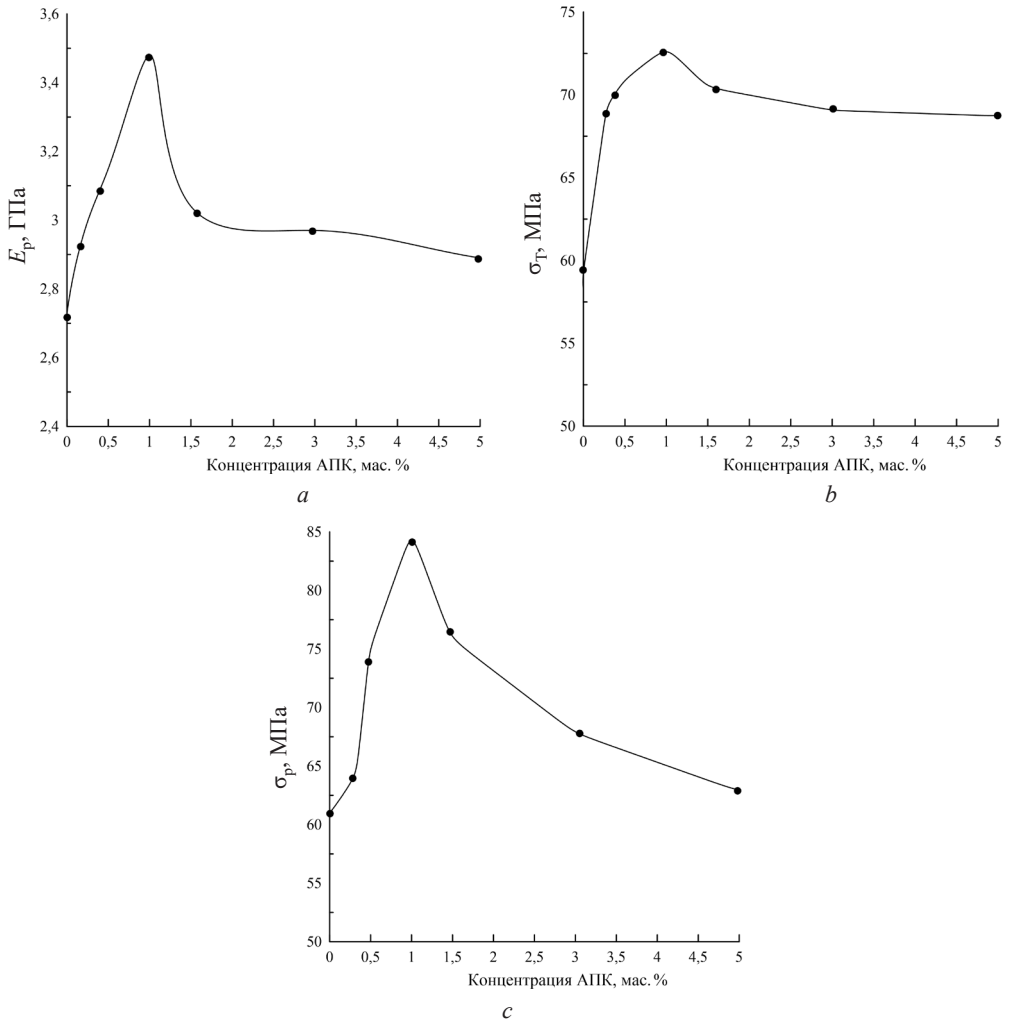


Рис. 1. Концентрационные зависимости прочностных свойств ПА6, модифицированного малыми добавками АПК: *a* – модуль упругости, *b* – предел текучести, *c* – прочность при растяжении

Fig. 1. Concentration dependences of the strength properties of PA6 modified with small additives of APK: *a* – elastic modulus, *b* – tensile yield strength, *c* – tensile strength

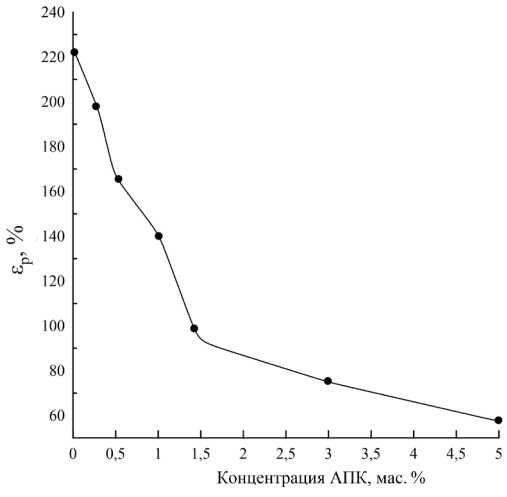


Рис. 2. Концентрационная зависимость относительного удлинения ПА6, модифицированного малыми добавками АПК

Fig. 2. Concentration dependence of the relative elongation of PA6 modified with small additives of APK

Заключение. В рамках проведенных исследований установлено, что влияние малых добавок АПК на ПТР для ПА6 характеризуется значительным снижением текучести расплава, что свидетельствует о наличии сильных взаимодействий между компонентами композиции. Наряду с образованием водородных связей, вероятно, происходят химические реакции, приводящие к образованию межфазных ковалентных связей и увеличению молекулярной массы полимерной системы.

Влияние малых добавок АПК на теплофизические свойства ПА6 носит сложный характер. При 0,3–0,5 мас. % АПК стимулирует кристаллизацию ПА6, увеличивая значения $\Delta H_{пл}$ и $\Delta H_{кр}$, а также индекс кристалличности. Более высокие концентрации АПК (1,0–5,0 мас. %) подавляют кристаллизацию, приводя к снижению всех исследуемых теплофизических характеристик. Полученные данные дают возможность рассматривать АПК как эффективный модификатор, позволяющий направленно регулировать кристаллическую структуру и теплофизические характеристики ПА6, что открывает перспективы для создания материалов с заданными свойствами.

Проведенное исследование выявило экстремальный характер влияния малых добавок АПК на механические свойства ПА6. Установлено, что оптимальная концентрация АПК для повышения механических показателей составляет 1,0 мас. %, при которой достигаются максимальные значения $E_р$, $\sigma_Т$ и $\sigma_р$. Снижение $\varepsilon_р$ наблюдается во всем исследованном диапазоне концентраций АПК, что связано с ограничением движения цепей ПА6 и уменьшением пластичности материала. Полученные результаты позволяют оптимизировать составы композиционных материалов на основе ПА6 с добавками АПК для достижения требуемых механических характеристик.

Благодарности. Работа выполнена в рамках задания 4.2.4 «Разработка и совершенствование научных основ модифицирования полиолефинов и гетероцепных полимеров методом реакционной экструзии для создания полимерных композитов с улучшенным комплексом технических свойств» ГПНИ 7 «Современное материаловедение, перспективные материалы и новые технологии», подпрограмма 7.4 «Порошковые и композиционные материалы» на 2026–2030 гг.

Acknowledgments. The work was carried out within the framework of task 4.2.4 “Development and improvement of the scientific foundations for modifying polyolefins and heterochain polymers by reactive extrusion to create polymer composites with an improved set of technical properties” of the State Program for Scientific Research 7 “Modern Materials Science, Advanced Materials and New Technologies”, subprogram 7.4 “Powder and Composite Materials” for 2026–2030.

Список использованных источников

1. Utracki, L. A. Polymer alloys and blends: Thermodynamics and rheology / L. A. Utracki. – Munich, 1990. – 356 p.

2. Нельсон, У. Е. Технология пластмасс на основе полиамидов / У. Е. Нельсон. – М., 1973. – 256 с.

3. Page, I. B. Polyamides as Engineering Thermoplastic Materials / I. B. Page. – Shawbury, 2000. – 144 p.

4. Tuna, B. Chain extension of recycled PA6 / B. Tuna, H. Benkreira // Polymer Engineering and Science. – 2018. – Vol. 58, N 7. – P. 1037–1042. https://doi.org/10.1002/pen.24663

5. Песецкий, С. С. Смесевые полиамидные композиции и технологии их получения (обзор) / С. С. Песецкий, А. А. Богославский // Материалы. Технологии. Инструменты. – 1999. – № 2. – С. 27–38.

6. Белов, Г. П. Поликетоны – чередующиеся сополимеры монооксида углерода / Г. П. Белов, Е. В. Новикова // Успехи химии. – 2004. – Т. 73, № 3. – С. 292–319.

7. High impact strength of aliphatic polyketone/polyamide 6 blends induced by a chemical reaction / H. G. Kwon, J. Park, N. Kim [et al.] // Journal of Elastomers and Plastics. – 2023. – Vol. 55, N 4. https://doi.org/10.1177/00952443231158781

8. Кривогуз, Ю. М. Бинарные смеси полиамида 6 с алифатическим поликетоном: анализ совместимости полимерных компонентов / Ю. М. Кривогуз, В. Н. Усова, В. Н. Коваль // Доклады Национальной академии наук Беларуси. – 2024. – Т. 68, № 2. – С. 170–176. https://doi.org/10.29235/1561-8323-2024-68-2-170-176

9. Nanoscale morphology, interfacial hydrogen bonding, confined crystallization and greatly improved toughness of polyamide 12/polyketone blends / S. Li, Y. Yang, X. Zha [et al.] // Nanomaterials. – 2018. – Vol. 8, N 11. – Art. 932. https://doi.org/10.3390/nano8110932

10. Chemical-resistant polyamide 6/polyketone composites with gradient encapsulation structure: An insight into the formation mechanism / Y. Wang, D.-F. Hou, K. Ke [et al.] // Polymer. – 2021. – Vol. 212. – Art. 123173. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2020.123173

11. Understanding the molecular origin of the superior toughness of polyamide-6/polyketone blends by solid-state NMR spectroscopy / Y. Zhai, Y. Luo, X. Wang [et al.] // Polymer. – 2022. – Vol. 259. – Art. 125324. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2022.125324

References

1. Utracki L. A. *Polymer* A*lloys and Blends: Thermodynamics and Rheology*. Munich, 1990. 356 p.

2. Nelson W. E. *Nylon Plastics Technology.* Moscow, 1973. 256 p. (in Russian).

3. Page I. B. *Polyamides as Engineering Thermoplastic Materials*. Shawbury, 2000. 144 p.

4. Tuna B., Benkreira H. Chain extension of recycled PA6. *Polymer Engineering and Science,* 2018, vol. 58, no. 7, pp. 1037–1042. https://doi.org/10.1002/pen.24663

5. Pesetskii S. S., Bogoslavskii A. A. Blended polyamide compositions and technologies for their production (review). *Materialy. Tekhnologii. Instrumenty = Materials. Technologies. Tools*, 1999, no. 2, pp. 27–38 (in Russian).

6. Belov G. P., Novikova E. V. Polyketones as alternating copolymers of carbon monoxide. *Russian Chemical Reviews*, 2004, vol. 73, no. 3, pp. 267–291. https://doi.org/10.1070/rc2004v073n03abeh000840

7. Kwon H. G., Park J., Kim N., Lee S., Shim J., Lee M., Son Y. High impact strength of aliphatic polyketone/polyamide 6 blends induced by a chemical reaction. *Journal of Elastomers and Plastics*, 2023, vol. 55, no. 4. https://doi.org/10.1177/00952443231158781

8. Krivoguz Yu. M., Usova V. N., Koval V. N. Binary blends of polyamide 6 with aliphatic polyketone: compatibility analysis of polymer components. *Doklady Natsional'noi akademii nauk Belarusi = Doklady of the National Academy of Sciences of Belarus*, 2024, vol. 68, no. 2, pp. 170–176 (in Russian). https://doi.org/10.29235/1561-8323-2024-68-2-170-176

9. Li S., Yang Y., Zha X., Zhou Y., Yang W., Yang M. Nanoscale morphology, interfacial hydrogen bonding, confined crystallization and greatly improved toughness of polyamide 12/polyketone blends. *Nanomaterials*, 2018, vol. 8, no. 11, art. 932. https://doi.org/10.3390/nano8110932

10. Wang Y., Hou D.-F., Ke K., Huang Y.-H., Yan Y., Yang W., Yin B., Yang M.-B. Chemical-resistant polyamide 6/polyketone composites with gradient encapsulation structure: An insight into the formation mechanism. *Polymer*, 2021, vol. 212, art. 123173. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2020.123173

11. Zhai Y., Luo Y., Wang X., Zhang C., Chen H., Zhang R., Bao R., Zhou Y., Yang M., Yang W. Understanding the molecular origin of the superior toughness of polyamide-6/polyketone blends by solid-state NMR spectroscopy. *Polymer*, 2022, vol. 259, art. 125324. https://doi.org/10.1016/j.polymer.2022.125324

Информация об авторах

Кривогуз Юрий Михайлович – д-р техн. наук, доцент, директор. E-mail: krivoguz@mpri.org.by. ORCID: 0000-0002-1182-6938.

Усова Виктория Николаевна – мл. науч. сотрудник, аспирант. E-mail: viktoriya.usovav@mail.ru.

Information about the authors

Krivoguz Yuri M. – D. Sc (Engineering), Associate Professor, Director. E-mail: krivoguz@mpri.org.by. ORCID: 0000-0002-1182-6938.

Usova Viktoriya N. – Junior Researcher, Postgraduate Student. E-mail: viktoriya.usovav@mail.ru.