

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации  
Федеральное государственное  
бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный университет»

**ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ  
ИЗУЧЕНИЯ КЛАСТЕРОВ,  
НАНОСТРУКТУР  
И НАНОМАТЕРИАЛОВ**

**PHYSICAL AND CHEMICAL ASPECTS  
OF THE STUDY OF CLUSTERS,  
NANOSTRUCTURES AND  
NANOMATERIALS**

**FIZIKO-HIMIČESKIE ASPEKTY  
IZUČENIÂ KLASTEROV,  
NANOSTRUKTUR I NANOMATERIALOV**

выпуск 12

ТВЕРЬ 2020

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Ф50

Рецензирование статей осуществляется на основании Положения о рецензировании статей и материалов для опубликования в журнале «Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов».

**Официальный сайт издания в сети Интернет:**

**<https://www.physchemaspects.ru>**

**Ф50** Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов [Текст]. – Тверь: Твер. гос. ун-т, 2020. – Вып. 12. – 908 с.

Зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций, свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ФС77-47789 от 13.12.2011.

Издание составлено из оригинальных статей, кратких сообщений и обзоров теоретического и экспериментального характера, отражающих результаты исследований в области изучения физико-химических процессов с участием кластеров, наноструктур и наноматериалов физики, включая межфазные явления и нанотермодинамику. Журнал предназначен для научных и инженерно-технических работников, преподавателей ВУЗов, студентов и аспирантов. Издание подготовлено на кафедре общей физики Тверского государственного университета.

*Переводное название: Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials*

*Транслитерация названия: Fiziko-himičeskie aspekty izučeniâ klasterov, nanostruktur i nanomaterialov*

УДК 620.22:544+621.3.049.77+539.216.2:537.311.322: 530.145

ББК Ж36:Г5+В379

Print ISSN 2226-4442

Online ISSN 2658-4360

© Коллектив авторов, 2020

© Тверской государственный университет, 2020

УДК 541.6

Оригинальная статья

## ХИМИЧЕСКИЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ СОПОЛИМЕРОВ $\alpha$ -ГАЛОИДОВ АКРИЛОВОЙ КИСЛОТЫ С N-ВИНИЛПИРРОЛИДОНОМ

Ю.А. Малкандуев<sup>1</sup>, М.Б. Бегиева<sup>1</sup>, А.А. Кокоева<sup>1</sup>, А.К. Микитаев<sup>1</sup>, А.Т. Джалилов<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет  
им. Х.М. Бербекова»

360004, Россия, Кабардино-Балкарская Республика, Нальчик, ул. Чернышевского, 173  
al-aneta@mail.ru

<sup>2</sup>ГУП «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»  
111116, Республика Узбекистан, Ташкент, ул. Алишера Навои, 32

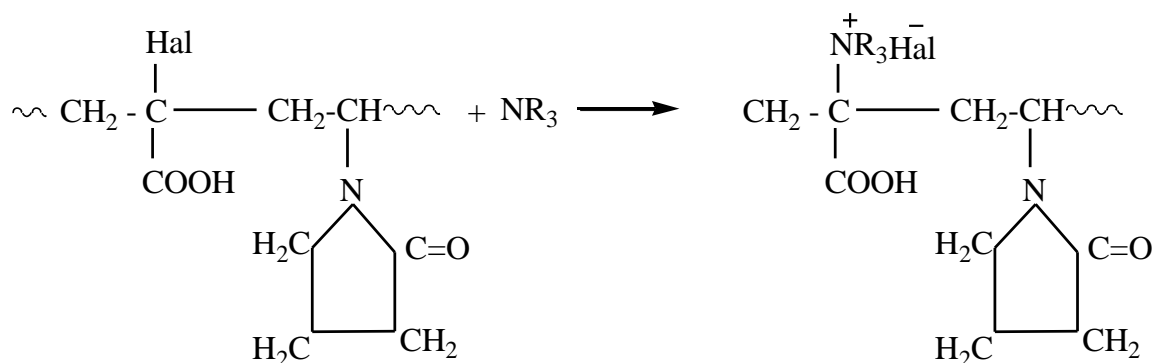
DOI: 10.26456/pcascnn/2020.12.845

**Аннотация:** Приведены результаты сополимеризации  $\alpha$ -галогенов акриловой кислоты с N-винилпирролидоном в присутствии аминирующих агентов, при низких температурах в органической среде. ИК-спектры полученных сополимеров подтверждают реакцию аминирования. Исследованы зависимости приведенной вязкости водных растворов синтезированных полимеров и наблюдается «полиэлектrolитное набухание». Синтезированные аминированные полимеры образуют внутрикомплексные соединения с галогенидами двухвалентных металлов при комнатной температуре. В работе описываются первые попытки получения новых нанокomпозиционных материалов на основе синтезированных сополимеров и модифицированного монтмориллонита. Анализ литературных данных показывает, что особенности получения нанокomпозитов на основе  $Na^+$ -монтмориллонита и водорастворимых сополимеров ранее не изучались.

**Ключевые слова:** водорастворимые полиэлектролиты, сополимеризация, акриловая кислота, N-винилпирролидон, аминирование, нанокomпозит.

### 1. Введение

Высокомолекулярные соединения, содержащие реакционноспособные группы, широко применяются в процессе химического превращения полимеров с целью модификации свойств и улучшения эксплуатационных характеристик изделий [1-5]. В работе рассмотрены процессы взаимодействия  $\alpha$ -галогенов акриловой кислоты ( $\alpha$ -ГАК) с N-винилпирролидоном (NВП) в присутствии аминирующих агентов (триметиламин, пиридин, триэтиламин) в органической среде при низких температурах. В результате реакции образуются водорастворимые продукты по схеме ниже, где  $NR_3$  – триметиламин, пиридин, триэтиламин:



## 2. Метод исследования

ИК спектры регистрировались на спектофотометре Specord M-82 в области  $4000-400\text{ см}^{-1}$ . Тонко измельченный образец полимера смешивается с порошком *KBr* и прессовали под большим давлением в прозрачные тонкие диски. Толщина прессуемого диска 1 мм, диаметр 12 мм, пропускание 95%. Навески во всех случаях были одинаковыми, что позволяло сравнивать результаты спектральных исследований.

Активированную  $\text{Na}^+$ -форму монтмориллонита ( $\text{Na}^+$ -ММТ) готовили из природной глины месторождения Герпегеж (Россия, Кабардино-Балкарская Республика), катионообменная емкость 95 мг-экв/100 г глины. Наличие катионов  $\text{Ca}^{2+}$  контролировали по полосам поглощения в ИК спектрах, характерным для кальцита.

## 3. Результаты и их обсуждение

Выявлено, что в процессе взаимодействия протекает реакция амидирования карбоксильной группы акриловых кислот с образованием карбоний-иона. В ИК-спектрах этот процесс отмечается смещением полосы поглощения  $\text{C}=\text{O}$  группы карбоксила от  $1730\text{ см}^{-1}$  до  $1610\text{ см}^{-1}$ .

ИК-спектры, полученных аминированных сополимеров показывают отсутствие полосы поглощения в области  $810$  и  $610\text{ см}^{-1}$ , относящиеся к  $\text{C}-\text{Cl}$  и  $\text{C}-\text{Br}$  связям, что подтверждает завершенность реакций аминирования. Вместе с тем, наблюдается появление новой полосы поглощения в области  $2650\text{ см}^{-1}$ , характерной для солевых аммониевых групп и полосы поглощения в области  $1620-1660\text{ см}^{-1}$ , соответствующей колебаниям пиридинового кольца. Индивидуальность водорастворимых полиэлектролитов подтверждена УФ-спектрами, где в области  $257-258\text{ нм}$  (аминированной пиридином) и  $256\text{ нм}$  (аминированной триметиламином) наблюдаются полосы поглощения, характерные для четвертичных аммониевых групп.

Вследствие высокой реакционной способности атома хлора и брома процесс аминирования протекает достаточно быстро при комнатной температуре. Было исследовано влияние продолжительности реакции на процесс аминирования. При использовании триметиламина и пиридина процесс аминирования сопровождается более высокими выходами по сравнению с триэтиламином, и полученные водорастворимые полиэлектролиты, обладают высокой обменной емкостью и приведенной вязкостью  $\eta_{red}$ . Разница в выходах объясняется, по-видимому, стерическими затруднениями, вызванными объемными этильными группами триэтиламина.

Температура  $298\text{ К}$ , продолжительность  $14,4 \cdot 10^3\text{ с}$ . Приведенная вязкость 0,5%-го раствора сополимера равна 0,66. Кривая зависимости

приведенной вязкости водных растворов синтезированных полимеров от концентрации носит вогнутый характер. По-видимому, сказывается одна из специфических особенностей полиэлектролитов, так называемое «полиэлектролитное набухание», причина которого заключается в электростатическом отталкивании одноименно заряженных звеньев полимерной цепи, содержащих аммониевые группы [6-8].

На состояние макромолекул полиэлектролитов в растворе большое влияние оказывает концентрация водородных ионов, что связано с изменением заряда и гидратации макромолекул. Зависимость 0,5%-х водных растворов аминированных сополимеров  $\alpha$ -ГАК с НВП от  $pH$  среды проходит через максимум. Начиная с  $pH$  3,0–3,5, кривая вязкости резко идет вверх. Максимум достигается при  $pH$  7,4–7,7 и затем, при избытке щелочи, происходит уменьшение вязкости. Максимальная вязкость в слабощелочной среде объясняется тем, что в этой области макромолекулы распрямляются за счет отталкивания одноименно заряженных диссоциированных ионогенных групп макромолекул сополимеров. Зависимость приведенной вязкости растворов от концентрации полимеров в присутствии сильного электролита – хлористого калия носит линейный характер, обусловленный созданием плотной экранирующей «шубы» вокруг ионов макромолекул. Характеристическая вязкость растворов полученных аммониевых полимеров с увеличением глубины превращения возрастает, что связано с частичным структурированием при глубоких степенях превращения.

Потенциометрическое титрование аминированных сополимеров  $\alpha$ -хлоракриловой кислоты с НВП показывает, что синтезированные продукты носят амфотерный характер, хотя кислотные свойства выражены менее ярко.

Синтезированные аминированные сополимеры  $\alpha$ -хлоракриловой кислоты с НВП способны к комплексообразованию. При прибавлении к раствору йода синтезированных комплексообразующих полиэлектролитов наблюдается мгновенное высаживание комплекса полимера с йодом. Ярко выраженная селективность по йоду обусловлена, по-видимому, наличием лактамного кольца с четвертичной аммониевой группой в структуре сополимера. Обменная емкость по йоду 6,0 мг-экв/г (сополимер, аминированный триметиламином), 7,7 мг-экв/г (сополимер, аминированный пиридином). Комплексы йода по предварительным результатам отличаются стабильностью, не подвергаются сублимации, йод хорошо фиксируется при пропитке материалов раствором комплекса.

Благодаря содержанию в своей структуре электродонорного атома азота синтезированные аминированные полимеры на основе сополимеров

$\alpha$ -ГАК с НВП могут образовывать внутрикомплексные соединения с галогенидами двухвалентных металлов ( $Cu^{+2}$ ,  $Ni^{+2}$ ,  $Co^{+2}$ ). Полимерные комплексы получены непосредственным взаимодействием аммониевых полимеров с расчетными количествами солей двухвалентных металлов при комнатной температуре.

Методами ИК-, ЭПР-спектроскопии были изучены строение синтезированных полимерных комплексов, которые могут найти применение в качестве стабилизаторов полимерных материалов, в частности, поливинилхлорида. Стабилизирующее действие определяли изучением термостабильности образца поливинилхлорида с полимерным стабилизатором на дериватографе системы Paulik-Paulik-Erdei при скорости нагрева 5 град/мин., а также исследованием кинетики дегидрохлорирования поливинилхлорида при температуре 453 К.

Термогравиметрические кривые показывают, что начало разложения стабилизированного полимера наблюдается при температуре 495 К, а нестабилизированного образца поливинилхлорида – при 473 К. При этом скорость термоокислительной деструкции несколько замедляется по сравнению со скоростью деструкции исходного образца. По-видимому, повышение эффективности стабилизирующего действия синтезированного полимерного металлсодержащего комплекса объясняется наличием лактамных циклов, аммониевых групп и уменьшением летучести полимерного стабилизатора при высоких температурах.

Таким образом, химическим превращением сополимеров  $\alpha$ -ГАК с НВП синтезированы водорастворимые полиэлектролиты, обладающие высокой обменной емкостью и стабилизирующими свойствами и изучено поведение их водных растворов.

С целью получения новых аммониевых сополимеров, содержащие активные реакционноспособные функциональные группы и исследования их свойств, рассмотрены реакции образования сополимеров в результате взаимодействия  $\alpha$ -бромакриловой кислоты ( $\alpha$ -БАК) с  $N,N$ -диметиламиноэтилметакрилатом (ДМАЭМАК) и  $N,N$ -диэтиламиноэтилметакрилатом (ДЭАМАК) при температурах 323–343 К в присутствии радикального инициатора. Получены новые аммониевые сополимеры с высокой молекулярной массой и активными реакционноспособными функциональными группами. Структура и строение полученных продуктов реакции сополимеризации были изучены методами ИК-, ЯМР-спектроскопии и элементным анализом.

Для изучения влияния исходного соотношения сомономеров на состав образующихся сополимеров реакцию проводили в широком диапазоне исходных концентраций мономеров. Показано, что при сополимеризации  $\alpha$ -БАК с ДЭАМАК образование азеотропного

сополимера происходит при содержании  $\alpha$ -БАК 30 масс. % и ДЭАМАК 70 моль %, а для системы  $\alpha$ -БАК – ДМАМАК 35:65 моль % (см. Таблицу 1).

Таблица 1. Зависимость состава сополимера от соотношения  $\alpha$ -БАК ( $M_1$ ) с ДМАМАК ( $M_2$ ) и ДЭАМАК ( $M_2$ ) от состава исходной смеси.

Исходное соотношение мономеров, моль %		Выход, %	Содержание $Br$ , %	Состав сополимера, моль %	
$M_1$	$M_2$			$m_1$	$m_2$
<b><math>\alpha</math>-БАК – ДМАМАК</b>					
25	75	6,0	14,9	29,24	70,76
40	60	5,2	16,0	31,00	69,0
50	50	6,8	18,2	34,37	65,63
60	40	7,1	20,3	35,0	65,0
75	25	9,1	22,5	42,25	57,75
<b><math>\alpha</math>-БАК – ДЭАМАК</b>					
25	75	4,5	15,7	32,72	67,38
40	60	7,2	16,2	35,2	64,8
50	50	6,8	17,3	36,0	64,0
60	40	4,8	19,5	42,3	57,7
75	25	7,3	22,3	59,5	40,5

Изучено влияние различных факторов на процесс сополимеризации  $\alpha$ -БАК с диалкиламиноэтилметакрилатами тем самым установлено, что с повышением температуры и концентрации исходных мономеров увеличиваются выход и характеристическая вязкость синтезированных сополимеров. Скорость реакции сополимеризации при температуре 323–343 К подчиняется уравнению Аррениуса, на основе чего вычислены энергии активации, которые равны 77,33 кДж/моль для системы  $\alpha$ -БАК – ДМАМАК, 75,24 кДж/моль – для системы  $\alpha$ -БАК – ДЭАМАК.

#### 4. Заключение

Таким образом, в результате сополимеризации  $\alpha$ -БАК с диалкиламиноэтилметакрилатом образуются сетчатые полимеры. Полученные сетчатые полимеры, содержащие ионогенные группы, были использованы в качестве ионообменных смол.

Дальнейшее развитие исследований в этой области как в теоретическом, так и в практическом аспекте, несомненно, приведет к созданию новых композиционных полимеров и сополимеров и совершенствованию практически полезных свойств, а также расширению сферы применения композиционных материалов. Полученные новые

модифицированные композиционные материалы, будут содержать ковалентные, ионные или координационные связи с солями четвертичных аммониевых оснований. синтезированные нанокompозиты приобретают выраженную гидрофобность и повышенную термостойкость по сравнению с сополимером и могут быть использованы для решения актуальной проблемы достижения хорошей совместимости органического и неорганического компонентов, обеспечивая проникновение молекул в пространства между силикатными слоями на поверхности частиц наполнителя. Синтезированные нанокompозиты проявляют высокую чувствительность и оказывают бактерицидное и бактериостатическое действие на различные возбудители внутрибольничных инфекций (штаммы золотистого стафилококка (*Staphylococcus aureus*), штаммы кишечной палочки (*Escherichia coli*) в первую очередь на грамположительные бактерии и являются не токсичными веществами.

### **Библиографический список:**

1. **Топчиев, Д.А.** Катионные полиэлектролиты: получение свойства, применение / Д.А. Топчиев, Ю.А. Малкандуев. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2004. – 232 с.
2. **Джалилов, А.Т.** Синтез и свойства реакционноспособных полимеров / А.Т. Джалилов, Ю.А. Малкандуев, А.К. Микитаев. – М.: Изд-во РХТУ, 2011. – 282 с.
3. **Дрябина, С.С.** Регулирование устойчивости водных дисперсий катионными полиэлектролитами / С.С. Дрябина, Ж.Н. Малышева, А.В. Навроцкий, И.А. Новаков // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2019. – № 12 (235). – С. 43-59.
4. **Кокоева, А.А.** Кондуктометрический метод определения электропроводности растворов полиэлектролитов / А.А. Кокоева, М.Б. Бегиева, Ю.А. Малкандуев, М.А. Докшукина // Физико-химические аспекты изучения кластеров, наноструктур и наноматериалов. – 2019. – Вып. 11. – С. 177-183. DOI: 10.26456/pcascnn/2019.11.177.
5. **Альмова, А.А.** Синтез и исследование физико-химических свойств поли-*N,N*-лиаллиламиноэтановой кислоты / А.А. Альмова // В мире научных открытий. – 2001. – № 9-1 (21). – С. 355-362.
6. **Горбунова, М.Н.** *N*-винилпирролидон в реакциях радикальной сополимеризации / М.Н. Горбунова, А.И. Воробьева, А.Г. Толстикова, Ю.Б. Монаков // Известия высших учебных заведений. «Химия и химическая технология. – 2006. – Т. 49. – Вып. 2. – С. 3-22.
7. **Альмова, А.А.** *N,N*-диаллиламиноэтановая кислота и полимеры на ее основе / А.А. Альмова, М.Б. Бегиева, А.М. Хараев, Н.А. Сивов, Ю.А. Малкандуев // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. – 2012. – № 3. – С. 53-58.
8. **Хаширова, С.Ю.** Новые гибридные нанокompозиты на основе слоистых алюмосиликатов и ионогенных мономер/полимерных акрилат- и метакрилатгуанидинов / С.Ю. Хаширова, Ю.И. Мусаев, Ю.А. Малкандуев и др. // Нанотехника. – 2009. – №3 (19). – С. 58-66.
9. **Sivov, N.A.** Biocide and toxicological properties of synthesized guanidine containing

polymer and their structure / N.A. Sivov, Yu.A. Malkanduev, S.Yu. Khashirova, et al. // In book: Modern Tendencies in Organic and Bioorganic Chemistry: Today and Tomorrow; ed. by A. Mikitaev, M.K. Ligidov, G.E. Zaikov. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2008. – P. 335-340.

10. Пат 2439086 Российская Федерация, МПК C08F 126/04 (2006.01). Поли-*N,N*-диаллиламиноэтановая кислота / Бегиева М.Б., Хараев А.М., Малкандуев Ю.А., Микитаев А.К., Бажева Р.Ч., Альмова А.А.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова. – № 2010119316/04; заявл. 13.05.2010; опубл. 10.01.2012, Бюл. № 1. – 5 с.

### References:

1. **Topchiev, D.A.** Kationnye poliehktrolyty: poluchenie svoistva, primeneniye [Cationic polyelectrolytes: obtaining properties, application] / D.A. Topchiev, Yu.A. Malkanduev. – M.: IKTs «Akademkniga», 2004. – 232 p. (In Russian).
2. **Dzhalilov, A.T.** Sintez i svoistva reaktivnykh polimerov [Synthesis and properties of reactive polymers] / A.T. Dzhalilov, Yu.A. Malkanduev, A.K. Mikitaev. – M.: Izd-vo RKHTU, 2011. – 282 p. (In Russian).
3. **Dryabina, S.S.** Regulirovaniye ustoychivosti vodnykh dispersii kationnykh poliehktrolitami [Regulation of the stability of aqueous dispersions by cationic polyelectrolytes] / S.S. Dryabina, Zh.N. Malysheva, A.V. Navrotskii, I.A. Novakov // Izvestiya Volgogradskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2019. – № 12 (235). – S. 43-59. (In Russian).
4. **Kokoeva, A.A.** Konduktometricheskii metod opredeleniya ehlektroprovodnosti rastvorov poliehktrolitov [Conductometric method for determining the conductivity of polyelectrolyte solutions] / A.A. Kokoeva, M.B. Begieva, Yu.A. Malkanduev, M.A. Dokshukina // Physical and chemical aspects of the study of clusters, nanostructures and nanomaterials. – 2019. – I. 11. – P. 177-183. DOI: 10.26456/pcascnn/2019.11.177. (In Russian).
5. **Al'mova, A.A.** Sintez i issledovaniye fiziko-khimicheskikh svoystv poli-*N,N*-liallilaminoehtanovoi kisloty [Synthesis and study of the physicochemical properties of poly-*N,N*-allylaminoethanoic acid] / A.A. Al'mova // V mire nauchnykh otkrytij. – 2001. – № 9-1 (21). – P. 355-362. (In Russian).
6. **Gorbunova, M.N.** *N*-vinilpirrolidon v reaktsiyakh radikal'noi sopolimerizatsii [*N*-vinylpyrrolidone in radical copolymerization reactions] / M.N. Gorbunova, A.I. Vorob'eva, A.G. Tolstikov, Yu.B. Monakov // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. «Khimiya i khimicheskaya tekhnologiya. – 2006. – V. 49. – I. 2. – P. 3-22. (In Russian).
7. **Al'mova, A.A.** *N,N*-diallilaminoehtanovaya kislota i polimery na ee osnove [*N,N*-diallylaminoethanoic acid and polymers based on it] / A.A. Al'mova, M.B. Begieva, A.M. Kharaev, N.A. Sivov, Yu.A. Malkanduev // Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Estestvennyye nauki. – 2012. – № 3. – P. 53-58. (In Russian).
8. **Khashirova, S.Yu.** Novye gibridnye nanokompozity na osnove sloistykh alyumosilikatov i ionogennykh monomer/polimernykh akrilat- i metakrilatguanidinov [New hybrid nanocomposites based on layered aluminosilicates and ionic monomer/polymeric acrylate and methacrylate guanidines] / S.Yu. Khashirova, Yu.I. Musaev, Yu.A. Malkanduev i dr. // Nanotekhnika. – 2009. – №3 (19). – P. 58-66. (In Russian).
9. **Sivov, N.A.** Biocide and toxicological properties of synthesized guanidine containing polymer and their structure / N.A. Sivov, Yu.A. Malkanduev, S.Yu. Khashirova, et al. //

In book: Modern Tendencies in Organic and Bioorganic Chemistry: Today and Tomorrow; ed. by A. Mikitaev, M.K. Ligidov, G.E. Zaikov. – New York: Nova Science Publishers, Inc., 2008. – P. 335-340.

**10. Pat. 2439086 Russian Federation, IPC C08F 126/04 (2006.01).** Poli-*N,N*-di-allylaminoethanoic acid [Poly-*N,N*-diallylaminoethanoic acid] / Begieva M.B., Kharaev A.M., Malkanduev Yu.A., Mikitaev A.K., Bazheva R.Ch., Al'mova A.A.; заяvitel' i patentoobladatel' Kabardino-Balkarskiy gosudarstvenniy universitet im. Kh.M. Berbekova. – № 2010119316/04; заяvl. 13.05.2010; opubl. 10.01.2012, Byul. № 1. – 5 p. (In Russian).

*Original paper*

**CHEMICAL TRANSFORMATIONS OF COPOLYMERS OF ACRYLIC ACID  $\alpha$  – HALOID WITH N – VINYLPIRROLIDONE**

Yu.A. Malkanduev<sup>1</sup>, M.B. Begieva<sup>1</sup>, A.A. Kokoeva<sup>1</sup>, A.K. Mikitaev<sup>1</sup>, A.T. Dzhililov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov*, Russia, Nalchik

<sup>2</sup>*Tashkent Research Institute of Chemical Technology, Republic of Uzbekistan, Tashkent region*

DOI: 10.26456/pcascnn/2020.12.845

**Abstract:** The paper presents results on copolymerization of  $\alpha$ –halogens acrylic acid and *N*–vinylpyrrolidone in the presence of aminating agents at low temperatures in an organic environment. The IR spectra of the obtained copolymers confirm the amination reaction. The dependences of the reduced viscosity of synthesized polymers aqueous solutions were studied and a «polyelectrolyte swelling» was observed. The synthesized aminated polymers form internal complex compounds with divalent metal halides at room temperature. This paper describes the first attempts to obtain new nanocomposite materials based on synthesized copolymers and modified montmorillonite. Analysis of the literature data shows that the features of obtaining nanocomposites based on  $Na^+$  – montmorillonite and water-soluble copolymers have not been studied before.

*Keywords:* water soluble polyelectrolytes, copolymerization, acrylic acid, *N*–vinylpyrrolidone, amination, nanocomposites.

*Малкандуев Юсуф Ахматович – д.х.н., профессор кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»*  
*Бегиева Мадина Биляловна – д.х.н., профессор кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»*  
*Кокоева Анета Ахмедовна – к.х.н., сотрудник управления научно-исследовательской и инновационной деятельности, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»*  
*Микитаев Абдулах Касбулатович* – д.х.н., профессор кафедры органической химии и высокомолекулярных соединений, ФГБОУ ВО «Кабардино-Балкарский государственный университет им. Х.М. Бербекова»

*Джалилов Абдулахат Турапович – д.х.н., профессор, директор ГУП «Ташкентский научно-исследовательский институт химической технологии»*

*Yusuf A. Malkanduev – Dr. Sc., Professor of the Department of Organic Chemistry and High Molecular Compounds, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov*

*Madina B. Begieva – Dr. Sc., Professor of the Department of Organic Chemistry and High Molecular Compounds, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov*

*Aneta A. Kokoeva – Ph. D., Research and Innovation Management Employee, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov*

*Abdulah K. Mikitaev* – Dr. Sc., Professor of the Department of Organic Chemistry and High Molecular Compounds, Kabardino-Balkarian State University named after H.M. Berbekov

*Abdulakhat T. Dzhililov – PhD in Chemical Sciences, professor, director of the state unitary enterprise «Tashkent research Institute of chemical technology»*

Поступила в редакцию/received: 10.08.2020; после рецензирования/revise: 5.09.2020; принята/accepted 12.09.2020.