

УДК 547.495+674.048

О. К. Халлыева, В. А. Добыш\*, Н. В. Коктыш, Н. А. Белясова, В. А. Тарасевич

Институт химии новых материалов Национальной академии наук Беларуси, Минск, Республика Беларусь  
220141, Минск, ул. Ф. Скорины, д. 36

\* e-mail: dobusch.w@mail.ru

**ОРГАНОРАСТВОРИМЫЕ СОЛИ ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНА**

Представлены результаты по синтезу, исследованию структуры и свойств гидрофобных солей полигексаметиленгуанидина, полученных на основе полигексаметиленгуанидина и жирных кислот состава C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>. Приведена оценка антибактериальных свойств в отношении санитарно-показательные бактерии *Staphylococcus aureus* и *Escherichia coli*. Показаны возможные направления практического использования таких соединений.

**Ключевые слова:** полигексаметиленгуанидин, жирные кислоты, гидрофобные свойства, ИК-спектроскопия, термогравиметрический анализ, тест-бактерии, антибактериальная активность.

Полимеры, содержащие гуанидиновые группировки, благодаря удачному сочетанию биоцидных, токсикологических и физико-химических свойств находят широкое применение в качестве действующих веществ в составе многих дезинфицирующих средств и полифункциональных добавок в различные материалы [1].

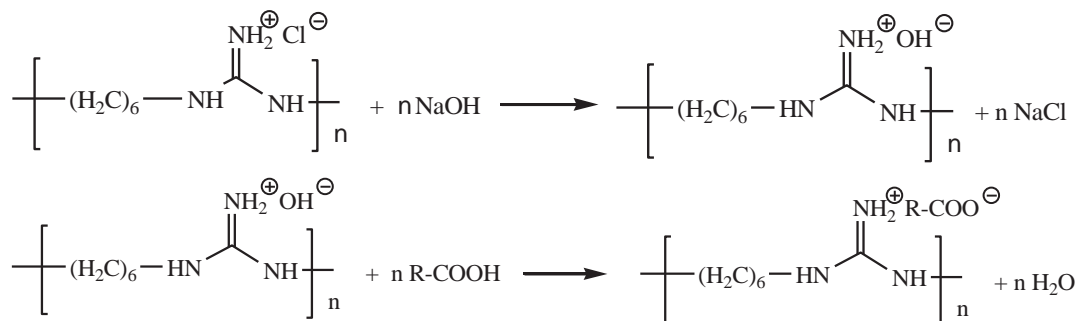
На практике в качестве дезсредств обычно используют гидрофильные соли полигексаметиленгуанидина (ПГМГ) с минеральными кислотами. Недостатком таких производных ПГМГ является их нерастворимость в органических растворителях, и как следствие, несовместимость с органорастворимыми

композиционными материалами (лаки, краски, полимерные материалы, нефтепродукты и др.).

Целью настоящей работы являлся синтез и изучение свойств гидрофобных солей ПГМГ, полученных из основания ПГМГ и жирных кислот состава C<sub>12</sub>-C<sub>18</sub>.

В основе синтеза лежал двухстадийный процесс, заключающийся в получении основания ПГМГ щелочным дегидрохлорированием гидрохлорида ПГМГ и последующей нейтрализацией спиртового раствора кислоты водным раствором основания. В реакциях использовали лауриновую, миристиновую, олеиновую и стеариновую кислоты.

Общая схема синтеза органорастворимых солей ПГМГ представлена на рис. 1.



где R = C<sub>17</sub>H<sub>33</sub>-, C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>-, C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>-, C<sub>11</sub>H<sub>23</sub>-.

**Рис. 1.** Общая схема синтеза органорастворимых солей ПГМГ

Для ИК-спектров органорастворимых солей ПГМГ характерно наличие полос поглощения в областях: 3320 – 3410 см<sup>-1</sup>, 2850 – 2925 см<sup>-1</sup>, 1640 см<sup>-1</sup> относящихся к валентным колебаниям аминогрупп, колебаниям алкильного скелета и колебаниям связи C=N соответственно (таблица 1).

Образование солей ПГМГ с жирными кислотами подтверждается появлением двух полос вблизи 1550 см<sup>-1</sup> и 1400 см<sup>-1</sup> (рис. 2, таблица 1), которые возникают в результате симметричных и антисимметричных валентных колебаний группы COO<sup>-</sup> [2].

**Таблица 1.** Характеристические полосы поглощения в ИК спектрах солей ПГМГ, см<sup>-1</sup>

Вещество	$\nu(\text{NH})$	$\nu(\text{CH})$	$\nu(\text{C}=\text{N})$	$\nu_{\text{s,as}}(\text{COO}^-)$
Олеат ПГМГ	3396	2925, 2853	1641	1549, 1401
Стеарат ПГМГ	3324	2918, 2850	1640	1549, 1403
Лаурат ПГМГ	3396	2924, 2852	1641	1558, 1402
Мирилат ПГМГ	3406	2923, 2851	1641	1558, 1402

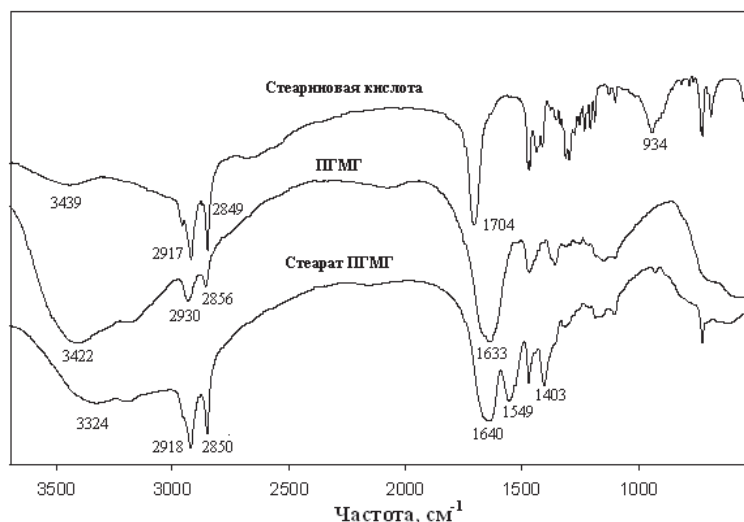


Рис. 2. ИК-спектры стеариновой кислоты, гидрохлорида и стеарата ПГМГ

Термический анализ органорастворимых солей ПГМГ (рис. 3, таблица 2) показал, что их термолит протекает в три стадии. На дериватограммах веществ в области 200 – 300 °С имеется эндотермический эффект, который связан с термоокислительной деструкцией молекул кислот. Два эндотермических эффекта в области 310 – 390 °С и 400 – 500 °С относятся к разложению

полигуанидина, обусловленного последовательной деструкцией гуанинового фрагмента и углеродного скелета [3]. Синтезированные соединения имеют меньшую термическую стабильность, чем гидрохлорид ПГМГ, что можно объяснить окислительными свойствами карбоксильных групп жирных кислот.

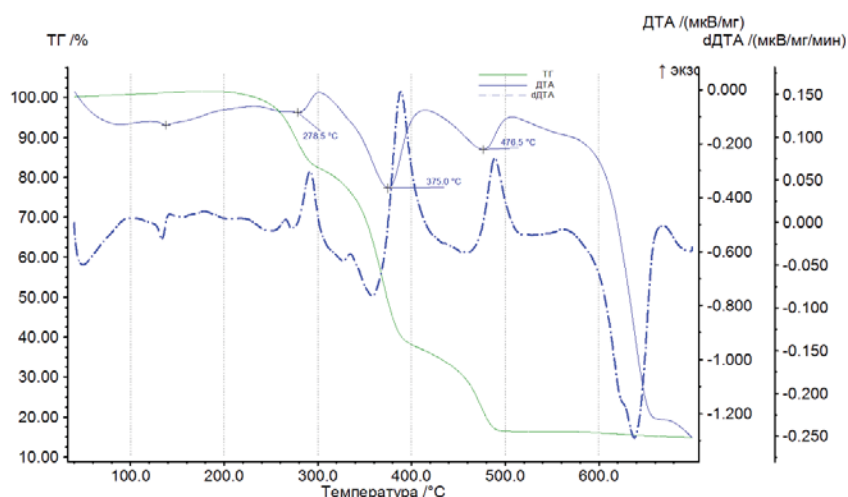


Рис. 3. Термогравиметрический анализ стеарата ПГМГ

Таблица 2. Данные термогравиметрического анализа

Соединение	Интервал температур по ТГ, °С	Точка начала пика по ДТА, °С	Изменение массы, %
Гидрохлорид ПГМГ	340 – 420	345 (–)*	60
	430 – 520	437 (–)	93
Стеарат ПГМГ	210 – 300	265 (–)	19
	310 – 390	342 (–)	63
	400 – 500	429 (–)	85
Олеат ПГМГ	230 – 300	260 (–)	17
	310 – 390	342 (–)	55
	400 – 500	423 (–)	99
Лаурат ПГМГ	200 – 300	260 (–)	23
	310 – 390	350 (–)	74
	400 – 500	436 (–)	94
Мирилат ПГМГ	200 – 300	255 (–)	18
	310 – 390	340 (–)	67
	400 – 500	426 (–)	91

\*- эндотермический эффект

Антибактериальную активность производных ПГМГ оценивали диффузионным методом, основанном на определении ширины зон задержки роста тест-культур в агаризованной среде, формирующихся под действием диффундирующих в

среду биоцидов. В качестве тест культур использовали санитарно-показательные бактерии *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *Escherichia coli* ATCC 8739.

Таблица 3. Антибактериальные свойства солей ПГМГ

Образец	Диаметр зон, мм	
	<i>S. aureus</i> ATCC 6538	<i>E. coli</i> ATCC 8739
Гидрохлорид ПГМГ	18	13
Олеат ПГМГ	14	9
Стеарат ПГМГ	16	10
Лаурат ПГМГ	14	11
Мирилат ПГМГ	15	11
Контроль (этанол)	-	-

Из полученных данных (таблица 3) следует, что наибольшей антибактериальной активностью обладает гидрохлорид ПГМГ, среди гидрофобных солей ПГМГ наибольшая активность в отношении как грамположительных, так и грамотрицательных бактерий выявлена для стеарата и мирилата ПГМГ.

Результаты исследования показывают, что конечные продукты устойчивы во внешней среде,

растворяются в органических растворителях (хлороформ, хлористый метилен, этиловый спирт) и проявляют присущие полигуанидинам биоцидные свойства. Представленные соединения могут быть использованы в качестве органорастворимых биоцидных добавок и как регуляторы биодеструкции полимеров.

**Халлыева Огултубак Клычовна**, старший научный сотрудник лаборатории технологии синтеза новых веществ Центра Технологий Академии наук Туркменистана, Ашхабад, Туркменистан

**Добыш Владимир Алексеевич**, к.х.н., старший научный сотрудник лаборатории полимерных биоактивных веществ ИХНМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

**Коктыш Наталья Викторовна**, младший научный сотрудник лаборатории полимерных биоактивных веществ ИХНМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

**Белясова Наталья Александровна**, к.б.н., доцент кафедры Биотехнологии и биоэкологии БГТУ, Минск, Беларусь

**Тарасевич Владимир Александрович**, д.х.н., профессор, заведующий лаборатории полимерных биоактивных веществ ИХНМ НАН Беларуси, Минск, Беларусь

## Литература

1. Воинцева И. И., Гембицкий П. А. Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы. – М.: ЛКМ-пресс, 2009. – С. 6-22.
2. Беллами Л. Инфракрасные спектры сложных молекул. – М.: Мир, 1963. – С. 231-256.
3. Добыш В. А., Коктыш Н. В., Тарасевич В. А. Синтез и свойства комплексов полигексаметиленгуанидина с ионами  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$  // Журнал общей химии. 2012. Т.82. № 11. С. 1772–1777.

*Khallyeva Ogultuvak Klychevna, Dobysh Vladimir Alekseevich\*, Koktysh Natalia Viktorovna, Belyasova Natalia Aleksandrovna, Tarasevich Vladimir Aleksandrovich*

Institute of Chemistry of New Materials of National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Belarus

\* e-mail: dobusch.w@mail.ru

## BORNE POLYHEXAMETHYLENEGUANIDINE SALTS

### Abstract

The results of the synthesis, the study of the structure and properties of hydrophobic salts of polyhexamethyleneguanidine derived from and polyhexamethyleneguanidine fatty acids  $\text{C}_{12}$ - $\text{C}_{18}$  are discussed. The estimation of antibacterial properties in regard of sanitary-indicant bacteria of *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* is described. The direction of the practical use of such compounds are shown.

**Key words:** polyhexamethyleneguanidine, fatty acids, hydrophobic properties, IR-spectroscopy, thermogravimetric analysis, test-bacteria, antibacterial activity.