

Таким образом, в данной работе методами ИК- и ЯМР-спектроскопии подтверждена реализация диенаминой таутомерной формы двух оснований Шиффа госсипола.

Показано, что изученные соединения проявляют антиоксидантную активность, однако, менее активны, чем госсипол и его гидразоны.

### Список использованной литературы

1. Ilkevych N.S., Vibrational spectra, structure and antioxidant activity of gossypol imine derivatives [Text] / N. S. Ilkevych, G. Schroeder, V. I. Rybachenko, K. Y. Chotiy, R. A. Makarova // Spectrochimica Acta Part A. — 2012. — P. 328–335.
2. Рыбаченко В. И., Структура и состояние в растворах альдиминов госсипола [Текст] / В. И. Рыбаченко, Н. С. Илькевич, Р. А. Макарова, К. Ю. Чотий, Л. В. Гребенюк // Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія. — 2011. Вип. 17(187). — С. 81–86.
3. Илькевич Н. С., Изучение реакции госсипола и его имино-производных с 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилом [Текст] / Н.С. Илькевич, В.И. Рыбаченко, Г. Шредер, А.Ф. Дмитрук, К.Ю. Чотий // Ж. общей химии. — 2010. — Т. 80, № 2. — С. 276–282.
4. Dodou K. Gossypol. Past and present development / K. Dodou // Expert Opin. Investig. Drugs. — 2005/ — 14(11)/— P. 1419–1434.
5. Dodou K. Synthesis of gossypol atropoisomers and derivatives and evaluation of their anti-proliferative and anti-oxidant activity / Dodou K., Anderson R.J., Lough W.J. // Bioorg. Med. Chem. — 2005/ — Vol. 13. — P. 4228–4237.
6. Abdullaev N. D., <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR Spectra of Transformation Products of Gossypol in Solutions [Text] / N. D. Abdullaev, A. A. Tyshchenko, I. P. Nazarova, N. T. Ul'chenko, M. R. Yagudaev, A. I. Glushenkov // Chem. Nat. Comp. — 1990. — Vol. 26, № 1. — P. 129–138.
7. Brzezinski B., Fourier Transform Infrared Study on the Identification of Gossypol Tautomers [Text] / B. Brzezinski, J. Olejnik, S. Paszyc // J. Mol. Struct. — 1990. — № 239. — P. 23–31.
8. Brzezinski B., <sup>1</sup>H NMR Studies of Gossypol and Its Complexes with Some Organic Compounds [Text] / B. Brzezinski, J. Olejnik, S. Paszyc, T. F. Aripov // J. Mol. Struct. — 1990. — № 220. — P. 261–268.
9. Jo C. Irradiation effects on embryotoxicity and oxidative properties of gossypol dissolved in methanol [Text] / C. Jo, H. S. Yook, M. S. Lee, J. H. Kim, M. W. Byun // Food Chem. Toxicol. — 2003. — Vol. 41. — P. 1329–1336.
10. Lebeau J., Antioxidant properties of di-*tert*-butylhydroxylated flavonoids [Text] / J. Lebeau, C. Furman, J.-L. Bernier, P. Duriez, E. Teissier, N. Cotelle // Free Radical Biol. Med. — 2000. — Vol. 29, № 9. — P. 900–912.
11. Villano D., Radical scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical / D. Villano, M. S. Fernandez-Pachon, M. L. Moya, A. M. Troncoso, M. C. Garcia-Parrilla // Talanta — 2007/ — Vol. 71. — P. 230–235.

Надійшла до редколегії 30.01.2012

© Рыбаченко В.И., Дикун А.М., Илькевич Н.С., Чотий К.Ю., Гребенюк Л.В., 2012

УДК 544.421:547.39 + 547.315

**В.И. Рыбаченко<sup>а</sup>, Г. Шредер<sup>б</sup>, О.И. Невечеря<sup>а</sup>, К.Ю.Чотий<sup>а</sup>, Р.Г. Семёнова<sup>а</sup>** (<sup>а</sup>Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины, <sup>б</sup>Chemical Department of Adam Mickiewicz University)

### КОМПЛЕКСООБРАЗУЮЩАЯ И РЕАКЦИОННАЯ СПОСОБНОСТИ ПОЛИПОДАНДОВ НА ОСНОВЕ ТРИТОН X-100

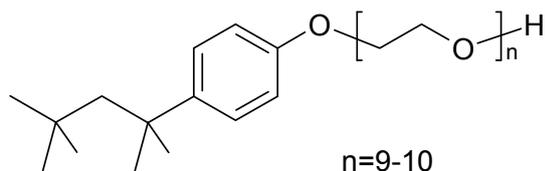
*Изучено взаимодействие ряда тритонсодержащих подандов с бромидом натрия. Показано, что в образующихся супрамолекулярных комплексах катион натрия взаимодействует со всеми атомами кислорода оксиалкильных групп и локализуется преимущественно в области первых  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$  групп. Установлено, что супрамолекулярные комплексы тритоновых подандов с щелочными металлами являются эффективными активаторами распада пероксида бензоила в растворах ацетонитрила. Определены кинетические характеристики этого процесса.*

**Ключевые слова:** тритон X-100, триподанды, бромид натрия, ЯМР спектры, пероксид бензоила, кинетика.

Вивчено взаємодію ряду тритонвмісних подандів з бромідом натрію. Показано, що в утворених супрамолекулярних комплексах катіон натрію взаємодіє з усіма атомами кисню оксіалкільних груп і локалізується переважно в області перших  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$  груп. Встановлено, що супрамолекулярні комплекси тритонових подандів з лужними металами є ефективними активаторами розпаду пероксиду бензоїла в розчинах ацетонітрилу. Визначено кінетичні характеристики цього процесу.

**Ключові слова:** тритон X-100, триподанди, бромід натрію, ЯМР спектри, пероксид бензоїла, кінетика.

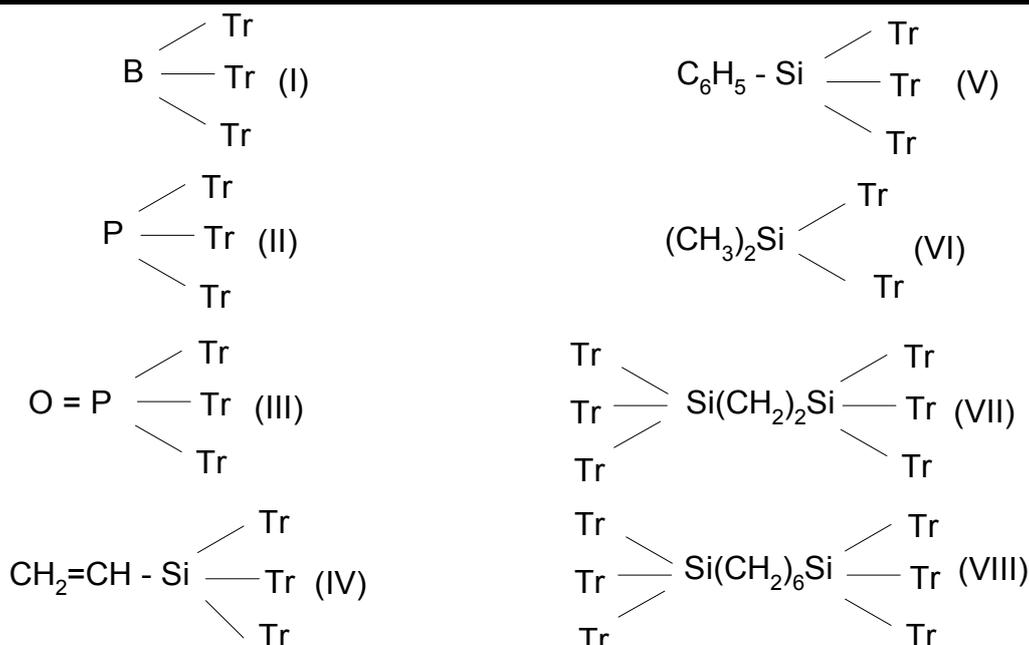
В последнее время возрос интерес к подандам как к ациклическим аналогам краун-эфиров, поскольку они являются более доступными веществами, чем соответствующие макроциклы, и обладают большими потенциальными возможностями применения в химии и технологии. Известно [1–3], что ациклические аналоги краун-эфиров полиэфирного типа эффективно взаимодействуют с катионами щелочных и щелочноземельных металлов. Комплексообразующая способность этих соединений зависит от длины полиэфирной цепочки, определяющей общую дентантность лиганда и его конформационную лабильность, от типа концевых групп, связанных с полиэфирной цепочкой, а также от природы центрального гетероатома [3 - 5]. Особо эффективно связывают ионы металлов соответствующим образом построенные звездообразные лиганды - триподанды или олиго(поли)поданды, которые можно рассматривать как раскрытоцепные аналоги криптанов [6]. В настоящее время особый интерес к себе привлекли полиподанды, полученные на основе поверхностно-активных веществ (ПАВ).



В работе [7] впервые синтезирован ряд тритоновых полиподандов, полученных на основе неионного ПАВ - Triton X-100 (Tr), имеющих различ-

ные центральные гетероатомы (B, P, OP, Si) и отличающиеся числом тритоновых цепей и заместителями при атоме кремния. Интерес к этому классу подандов вызван тем, что ПАВ, подобные неионному Tr, нашли широкое применение в различных областях науки и техники, в биохимических и химических процессах, широко используются в многочисленных коммерческих и промышленных препаратах, в том числе в качестве детергентов, эмульгаторов, солюбилизаторов и т.п. [8–13]. Проявляя эффективную каталитическую активность в межфазном катализе, Tr является биологически разлагаемым соединением. Кроме того, в сравнении с «классическими» межфазными катализаторами, такими, как открытоцепочечные полиэтиленгликоли, криптановы или краун-эфиры, исследуемые полиподанды характеризуются легкостью синтеза, термоустойчивостью, малой токсичностью, достаточно высокой комплексообразующей способностью и дешевизной [7]. Поэтому представляет интерес всестороннее изучение строения и реакционной способности полиподандов на основе Tr.

В работе рассмотрено взаимодействие ряда тритонсодержащих полиподандов (TrPod I – VIII) с бромистым натрием: получены супрамолекулярные комплексы (TrPod-NaBr), изучено их строение и реакционная способность как активаторов низкотемпературного распада перекиси бензоила (ПБ).



Растворы супрамолекулярных комплексов бромидов натрия (состава 1 : 1) готовили растворением бромида натрия и соответствующего полиподанда в ацетонитриле в течение 0,5–4 ч и температуре 298–333 К в зависимости от строения лиганда. Концентрацию полиподанда рассчитывали по навеске вещества, концентрацию бромид иона определяли методом аргентометрического титрования аниона брома с потенциометрическим контролем точки эквивалентности. Концентрации лиганда и иона брома подтверждали состав полученных комплексов (1 : 1) в случае подандов I–VI. Для подандов VII, VIII, каждый из которых имеет два молекулярных канала, характерно образование комплексов с двумя ионами натрия (1 : 2), по одному иону металла в каждом канале.

Методом ЯМР спектроскопии изучено строение полученных комплексов. Анализ спектров  $^1\text{H}$  ЯМР исходных полиподандов и продуктов их взаимодействия с солями щелочных металлов показал, что сигналы протонов  $\text{CH}_2$ -групп оксиэтиленовых цепей лигандов незначительно смещаются в сторону высоких частот и уширяются (6–11 Гц). Сигналы протонов остальных групп практически

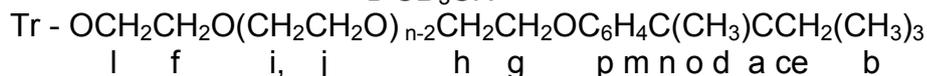
не испытывают изменений, что позволяет предположить возможность взаимодействия катиона натрия со всеми атомами кислорода оксиэтиленовых групп. Более информативными оказались спектры ЯМР ( $^{13}\text{C}$ ). Химические сдвиги сигналов  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектров исследуемых подандов и их комплексов с бромидом натрия (состава 1:1) в области оксиэтиленовых групп представлены в таблице 1. Сравнение химических сдвигов соответствующих сигналов  $^{13}\text{C}$  ЯМР алкильных, оксиэтиленовых и фенильных групп исследованных полиподандов и их комплексов указывает на взаимодействие между атомами кислорода оксиэтиленовых групп и катионом натрия, поскольку наибольшие изменения величин химических сдвигов наблюдается для атомов углерода именно этих групп. Все сигналы в этой области смещаются в сторону низких частот, что может служить доказательством взаимодействия катиона натрия со всеми атомами оксиэтиленовых групп.

Как видно из таблицы 1, наибольшие изменения наблюдаются для сигналов атомов углерода оксиэтиленовых цепей, непосредственно связанных с гетероатомами (l и f) (0,3–1,5 ppm), а для сигналов атомов

углерода оксиэтиленовой группы, которая непосредственно связана с фенильным кольцом (g, и, h), смещение незначительно (0,1 – 0,2 ppm). Это может служить подтверждением того, что катион локализуется в непосредственной близости к центральному атому полиподанда. Что касает-

ся сигналов алкильной и фенильной групп тритоновых цепей исследованных полиподандов и их комплексов, то их химические сдвиги изменяются незначительно. Незначительные изменения происходят и в области, которая отвечает группам заместителей при гетероатомах.

**Таблица 1.**  $^{13}\text{C}$  ЯМР химические сдвиги атомов углерода оксиэтиленовой области тритоновых цепей подандив и их комплексов с бромидом натрия в  $\text{CD}_3\text{CN}$



Соединение	химические сдвиги (ppm)					
	f	g	h	i	j	l
I	61,86	68,19	70,28	70,92	71,24	73,28
I + NaBr	61,20	68,11	70,21	70,26	71,05	72,51
II	61,82	68,12	70,25	70,85	71,20	73,21
II + NaBr	61,08	68,12	70,22	70,68	71,04	72,52
III	61,80	68,19	70,51	71,00	71,81	73,12
III + NaBr	61,13	68,13	70,57	70,63	70,76	72,63
IV	61,86	68,19	70,28	70,92	71,05	73,26
IV + NaBr	61,06	68,12	70,08	70,28	70,57	72,52
V	61,83	68,11	70,24	71,02	71,21	73,22
V + NaBr	61,19	68,14	70,23	70,28	70,35	72,58
VI	61,88	68,19	70,31	71,00	71,27	73,30
VI + NaBr	61,14	68,12	70,04	70,13	70,17	70,21

Таким образом, полученные результаты указывают на то, что в исследованных комплексах, как и в случае комплексов оксиалкильных подандов [4], катион натрия взаимодействует со всеми атомами кислорода оксиалкильных групп в канале, который образован цепями лиганда, и локализуется преимущественно в области первых  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$  групп, т.е. вблизи гетероатома. Анализ ИК-спектров исходных полиподандов и полученных комплексов также свидетельствует об образовании комплексов между исследуемыми Тг-подандами и бромидом натрия.

Ранее [13] нами показано, что перекись бензоила (ПБ) в присутствии супрамолекулярных комплексов трис(оксиалкил)фосфитов (III), фосфатов (V) и боратов с бромидами щелочных металлов интенсивно распадается уже при низких температурах (298 К). Обнаружено, что энергия активации распада пероксида в при-

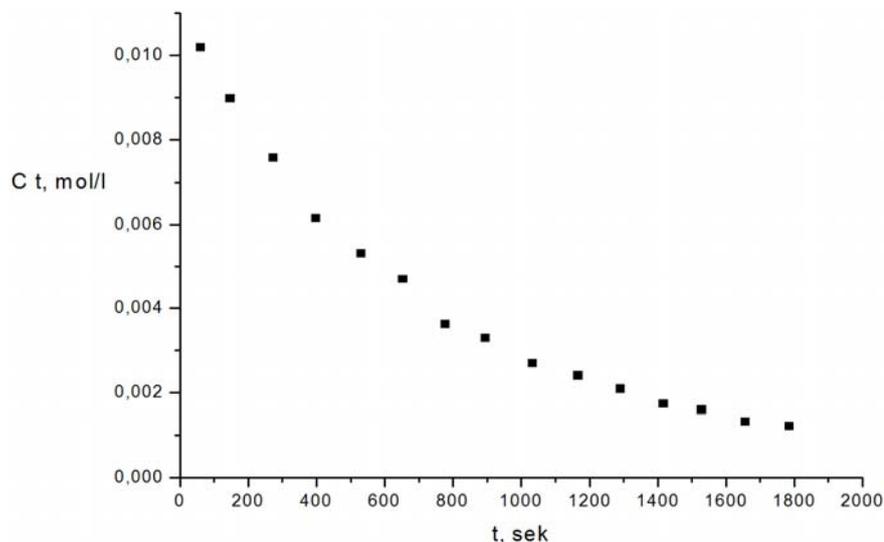
сутствии супрамолекулярного комплекса поданда существенно ниже энергии активации термического распада пероксида в его отсутствии. Установлено, что супрамолекулярные комплексы  $\text{NaBr}\cdot\text{Pod}$  являются эффективными активаторами распада пероксида бензоила в растворе.

В настоящей работе изучена реакция взаимодействия ПБ с комплексами бромида натрия и полиподандов на основе тритона X-100 (состава 1:1), полученные результаты сравнены с данными для других подандов.

Установлено, что основными продуктами распада ПБ являются бензойная кислота и бензоат-анион, противоионом служит катион натрия, комплексно связанный подандом. Качественно их образование подтверждается наличием характеристических полос поглощения в ИК-спектрах реакционной смеси.

Кинетические исследования проведены в условиях псевдомолекулярности и при незначительном избытке комплекса по отношению к ПБ. Начальная концентрация пероксида составляла  $\sim 6 \cdot 10^{-3}$  моль/л, а начальная концентрация комплекса изменялась в пределах  $6 \cdot 10^{-2}$ –0,16

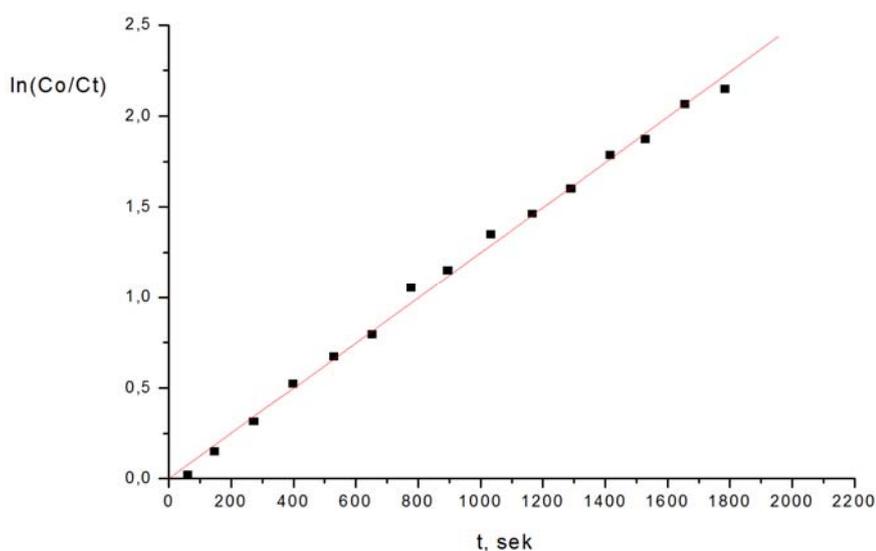
моль/л. Контроль за ходом реакции осуществляли на ИК спектрофотометре Specord 75 IR по полосе поглощения карбонильной группы перекиси бензоила ( $\nu \text{ C=O} = 1668 \text{ см}^{-1}$ ). Характерная кинетическая кривая расхода ПБ представлена на рис 1.



**Рис. 1.** Кинетическая кривая реакции распада пероксида бензоила в присутствии супрамолекулярного комплекса  $\{\text{Na} \cdot \text{CH}_2=\text{CHSi}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10}\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3\}^+\text{Br}^-$  в растворе ацетонитрила

Кинетические кривые распада перекиси бензоила хорошо спрямляются в координатах реакции первого порядка  $\ln C_0/C_t - t$  для экспериментов проводимых в условиях псевдомо-

номолекулярности. Полулогарифмическая анаморфоза кинетической кривой распада ПБ представлена на рис. 2.



**Рис. 2.** Полулогарифмическая анаморфоза кинетической кривой реакции распада пероксида бензоила в присутствии супрамолекулярного комплекса  $\{\text{Na} \cdot \text{CH}_2=\text{CHSi}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10}\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3\}^+\text{Br}^-$  в ацетонитриле

Кинетика расщедования ПБ в растворе, содержащем 0.008 моль/л пероксида бензоила и 0.08 моль/л комплекса, описывается уравнением первого порядка до глубины конверсии 90-95%. Константы скорости первого порядка ( $k_{\text{набл.}}$ ) рассчитывали из линейной зависимости  $\ln C_0/C_t = k_{\text{набл.}} t$ . Константы скорости второго порядка ( $k_2$ ) рассчитывали методом наименьших квадратов из зависимости  $k_{\text{набл.}}$  от концентрации комплекса.

Система ПБ -

$\{\text{Na} \cdot \text{C}_2\text{H}_3\text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10}\text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3\}^+\text{Br}^-$  изучена и в условиях, когда исходная концентрация пероксида незначительно меньше концентрации комплекса. Кинетика разложения ПБ в исследованной системе хорошо описывается кинетическим уравнением скорости реакции второго порядка, поскольку в координатах  $k_2 t = \frac{1}{a-b} \ln \frac{a(b-x)}{b(a-x)}$  кинетическая кривая прямолинейная (рис.3) [14].

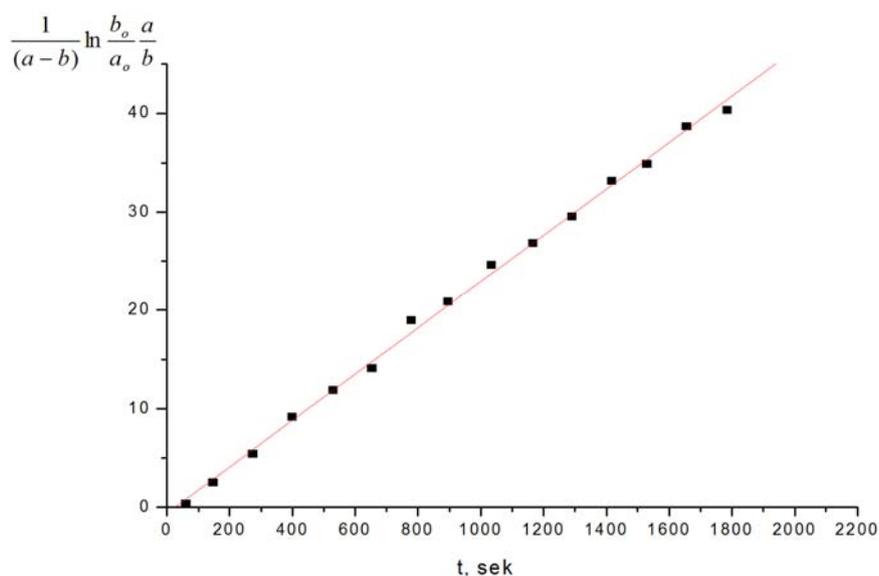


Рис. 3. Зависимость  $\frac{1}{(a-b)} \ln \frac{b_0}{a} \frac{a}{b}$  от времени для системы ПБ



Таблица 2. Константы скорости распада перекиси бензоила в растворе ацетонитрила при температуре 298 К

№ п/п	Активатор	$k_2$ , л·(моль·сек) <sup>-1</sup>	$k_2$ , л·(моль·сек) <sup>-1</sup>
1	$\text{B}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,026±0,002	
2	$\text{P}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,020±0,002	
3	$\text{OP}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,028±0,002	
4	$\text{CH}_2\text{CHSi}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,032±0,003	0,027±0,003
5	$\text{C}_6\text{H}_5\text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,029±0,003	
6	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,031±0,002	
7	$[\text{C}_8\text{H}_{17}\text{-C}_6\text{H}_4 - (\text{OCH}_2\text{CH}_2)_{9-10} \text{O}]_3 \text{Si} - (\text{CH}_2)_2 - \text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,036±0,003	
8	$[\text{C}_8\text{H}_{17}\text{-C}_6\text{H}_4 - (\text{OCH}_2\text{CH}_2)_{9-10} \text{O}]_3 \text{Si} - (\text{CH}_2)_6 - \text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,040±0,003	
9	$(\text{CH}_3)_2\text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10} - \text{C}_6\text{H}_4\text{-C}_8\text{H}_{17}]_3$	$(2,7 \pm 0,1) \cdot 10^{-4}$	
10	$\text{B} - [\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{11} - \text{CH}_3]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,016±0,001[13]	
11	$\text{P} - [\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{12} - \text{CH}_3]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,016±0,002[13]	
12	$\text{OP} - [\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{12} - \text{C}_{16}\text{H}_{33}]_3 \cdot \text{NaBr}$	0,019±0,001[13]	
13	18Cr6KBr	$2,31 \cdot 10^{-2}$ [16]	
14	Et4NBr	$7,8 \cdot 10^{-2}$ [17]	

Супрамолекулярные комплексы полиподандов с солями щелочных металлов в растворах ацетонитрила могут существовать в виде ионных пар или свободных ионов, а это допускает возможность нескольких параллельных потоков взаимодействия реагирующих частиц. При изучении активации распада диацильных пероксидов галогенидами четвертичного алкиламмония, установлено [15], что величины констант скорости реакций ионных пар и ионов несущественно отличаются между собой. Это позволяет определять одну эффективную константу скорости реакции второго порядка.

Показано, что введение в реакционную смесь супрамолекулярных комплексов приводит к резкому возрастанию скорости реакции. Так, например, скорость распада ПБ под действием супрамолекулярного комплекса диподанда  $(\text{CH}_3)_2\text{Si}[\text{O}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O})_{9-10}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_8\text{H}_{17}]_3$  с  $\text{NaBr}$  увеличивается на 2 порядка в сравнении со скоростью распада в присутствии чистого поданда.

Такое поведение комплексов, по видимому, связано с активацией галогенид-анионов, которые активны в реакции с пероксидом бензоила.

В таблице 1 приведены полученные константы скорости распада ПБ, а для сравнения приведены некоторые ранее полученные данные [13].

Как видно из таблицы 2, величины констант скорости реакции распада ПБ под действием тритонсодержащих супрамолекулярных комплексов при 298 К находятся в пределах  $0,020-0,040 \text{ л} \cdot (\text{моль} \cdot \text{с})^{-1}$ . Активность изученных комплексов тритоновых подандов в реакции распада перекиси того же порядка, что и комплексов краун-эфиров и трис(оксиалкил)подандов с солями щелочных металлов и незначительно ниже, чем у бромидов тетраэтиламония.

Изучено влияние природы центрального атома в молекуле полиподанда на скорость реакции. Так, если сравнить величины констант скорости

распада пероксида в ряду тритоновых подандов (срав. 1 - 6. в табл. 2), то видно, что наибольшей активностью характеризуются поданды кремния, незначительно хуже реагируют триподанды пятивалентного фосфора и бора, соединение с трехвалентным фосфором проявляет меньшую активность.

Переход от трисоксиалкильных к тритоновым полиподандам сопровождается ускорением реакции распада перекиси. Как видно из табл. 2, введение в оксиалкильную цепь концевого заместителя с ароматическим кольцом, приводит к росту констант скорости реакции распада перекиси бензоила. Комплексы  $\text{Tr}$ -содержащих подандов, имеющих такие же центральные гетероатомы и длину оксиэтиленовой цепи, как и оксиалкильные поданды являются более активными инициаторами реакции (ср. 1 и 10, 2 и 11, 3 и 12 в табл. 2).

Изучено влияние заместителей у центрального гетероатома тритоновых полиподандов кремния. Выявлено незначительное влияние природы заместителя при атоме кремния. Сильный рост константы скорости реакции наблюдается лишь в случае кремниевых тритоновых подандов, содержащих два атома кремния и шесть оксиалкильных цепей с 60 донорными атомами кислорода (см. 7 и 8 в табл. 2). Это очевидно связано со способностью этих подандов, образовывать комплексы состава 1 : 2 с большим содержанием ионов брома, активных в этой реакции.

Таким образом, изучено взаимодействие ряда тритонсодержащих подандов с бромидом натрия и показано, что в образующихся супрамолекулярных комплексах катион натрия, взаимодействуя со всеми атомами кислорода оксиалкильных групп, локализуется преимущественно в области первых  $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$  групп, т.е. рядом с гетероатомом. Исследована реакция пероксида бензоила с супрамолекулярными комплексами бромидов натрия.

Установлено, что комплексы тритоновых подандов со щелочными металлами являются эффективными активаторами распада пероксида бензоила

(ПБ) в растворах ацетонитрила. Определены кинетические характеристики этого процесса.

### Список использованной литературы

1. Maia A. Silicon polypodands: powerful metal cation complexing agents and solid-liquid phase-transfer catalysts of new generation / A. Maia, D. Landini, B. Leska, G. Schroeder // *Tetrahedron Letters*. — 2003. — Vol. 44., № 21. — P. 4149–4151.
2. Łeska B. B-podand Complexes with Sodium Ions: the Reaction Heats and PM5 Semiempirical Calculation / B. Łeska, R. Pankiewicz, O. Nevecheriya, V.I.Rybachenko, G. Schroeder, B. Brzezinski // *J. Molecul. Structur.* — 2007. — Vol. 840, № 1–3. — P. 1–5.
3. Шредер, Г. Прикладна супрамолекулярна хімія / Г.Шредер, В. Рибаченко, Й. Опейда. — Донецьк : ТОВ Юго-Восток, 2005. — 268 с.
4. Bełtowska-Brzezinska M. Studies of lithium and sodium complexation by silicon podand solvents / M. Bełtowska-Brzezinska, T.Łuczak, B.Gierczyk, K. Eitner, B. Brzezinski, R. Pankiewicz, G. Schroeder // *J. Molecul. Structur.* — 2002. — Vol. 607, № 1. — P. 77–86.
5. Игнатъева Т. И. Фосфорсодержащие поданды. Кислотность и комплексообразующие свойства подандов с диоксифосфинилфенильными концевыми группами. / Т. И. Игнатъева, В. Е. Баулин, Е. Н. Цветков, О. А. Раевский // *Журн. орг. химии*. — 1990. — Т. 60, № 7. — С. 1503–1506.
6. Крон Т. Е. Нейтральные ациклические аналоги краун-эфиров, криптанов и их комплексообразующие свойства / Крон Т. Е., Цветков Е. Н. // *Успехи химии*. — 1990. — Т. 59, № 3. — С. 483–508.
7. Łeska B. Synthesis, structure and application of a new class of Tr-podands derived in phase-transfer catalysis / B. Łeska, R. Pankiewicz, B. Gierczyk, G. Schroeder // *J. Molecul. Catalys. A: Chem.* — 2008. — Vol. 287, № 1–2. — P. 165–170.
8. Ribeiro A. A. Motion in Nonionic Surfactant Micelles and Mixed Micelles with Phospholipids. A Carbon 13 Spin-Lattice Relaxation Study on p-tert-Octylphenylpolyoxyethylene Ethers / A. A. Ribeiro, E. A. Dennis // *J. Phys. Chem.* — 1976. — Vol. 80, № 16. — P. 1746–1753.
9. Raychaudhuri D. Use of resistant mutants to study the interaction of triton X-100 with *Staphylococcus aureus* / Raychaudhuri D., Chatterjee A. N. // *J. Bacteriol.* — 1985. — Vol. 164, № 6. — P. 1337–1349.
10. Cui L. Transformation from Ordered Islands to Holes in Phase-Separating P2VP/PS Blend Films by Adding Triton X-100/ L. Cui, B. Li, Y. Han // *Langmuir* — 2007. — Vol. 23, № 6. — P. 3349–3354.
11. Favre-Réguillon A. Temperature-induced surfactant-mediated pre-concentration of uranium assisted by complexation / A. Favre-Réguillon, D. Murat, G. Cote, J. Foos, M. Draye // *J. Chem. Technol. Biotechnolog.* — 2006. — Vol. 81, № 12. — P. 1872–1876.
12. Zhang Z.-B. Photon-Induced Selective Interaction between Small-Diameter Metallic Carbon Nanotubes and Triton X-100 / Z.-B. Zhang, S.-L. Zhan // *J. Am. Chem. Soc.* — 2007. — Vol. 129, № 3. — P. 666–671.
13. Рыбаченко В.И. Реакция пероксида бензоила с комплексами триподандов с бромидом натрия / В.И. Рыбаченко, Г. Шредер, О.И. Невечеря, К.Ю. Чотий, Р.Г. Семенова // *Наукові праці ДонНТУ. Серія: Хімія і хімічна технологія*. — 2011. — Вып. 16(184). — С. 89–95.
14. Дутка В.С. Кинетика термического распада высших алифатических перкислот в растворе толуола // *Кинетика и катализ*. — 1987. — Т. 28, № 3. — С. 982–984.
15. Туровский М. А. Про активацію розпаду діацильних пероксидів галогенідами четвертинного алкіл амонію / М.А. Туровский, С.Ю. Целинский, Й.О. Опейда, Р.В. Кучер // *ДАН УРСР*. — 1991. — № 3. — С. 131–134.
16. Максютя Н. В. Реакция пероксида бензоила с комплексом KBr 18-краун 6 / Н. В. Максютя, Н. А. Туровский, И. А. Опейда // *Структура органических соединений и механизмы реакций: Сб. науч. тр.* — Донецк: Институт физико-органической химии и углехимии НАН Украины. — 1999. — Т. 2. — С. 131–134.
17. Целинский С. Ю. Влияние растворителя на скорость распада пероксида бензоила в присутствии Et<sub>4</sub>NBr и Et<sub>4</sub>NCl / С. Ю. Целинский, Н. А. Туровский, И. А. Опейда, Е. Л. Барановский // *Теорет. и эксперим. химия*. — 1996. — Т. 32, № 2. — С. 88–91.

Надійшла до редколегії 13.03.2012

© Рыбаченко В.И., Шредер Г., Невечеря О.И., Чотий К.Ю., Семенова Р.Г., 2012