

СИНТЕЗ НОВЫХ ГИПЕРРАЗВЕТВЛЕННЫХ ДЕНДРИМЕРОВ С ТЕРМИНАЛЬНЫМИ КАТИОННЫМИ ГРУППАМИ НА ОСНОВЕ ПОЛИЭФИРОПОЛИОЛА BOLTORN H20

© 2020 г. С. А. Лоза^a, В. В. Доценко^{a,b,*}, А. В. Беспалов^a, Н. А. Аксенов^b,
С. В. Утин^a, В. И. Заболоцкий^a

^a Кубанский государственный университет, ул. Ставропольская 149, Краснодар, 350040 Россия

^b Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, 355009 Россия

*e-mail: victor_dotsenko_@mail.ru

Поступило в Редакцию 3 сентября 2019 г.

После доработки 3 сентября 2019 г.

Принято к печати 6 сентября 2019 г.

Получены соответствующие терминальные полихлориды гиперразветвленного полиэфирополиола Boltorn H20. Дальнейшая обработка полученных полихлоридов абсолютным пиридином или трифенилфосфином привела к образованию продуктов разной степени функционализации, содержащим пиридиновый или трифенилфосфониевый фрагменты в терминальных положениях.

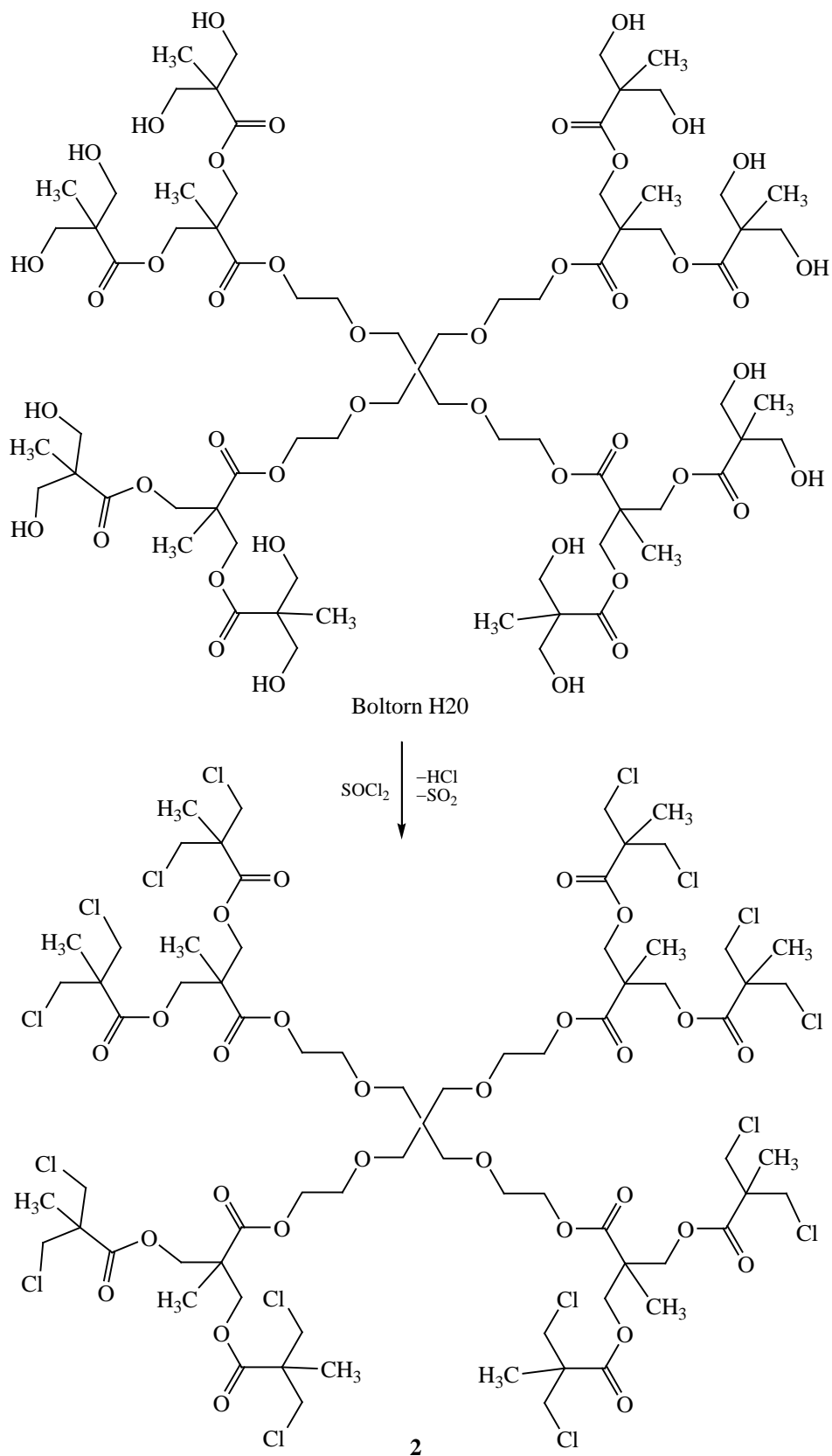
Ключевые слова: гиперразветвленные полиэфиры, Boltorn H20, функционализация, асимметричные биполярные мембраны

DOI: 10.31857/S0044460X20040113

Гиперразветвленные полимеры, имеющие терминальные функциональные группы, привлекают внимание исследователей как удобные платформы для направленного синтеза веществ с заданными свойствами [1]. Особый интерес среди гиперразветвленных полимеров представляют полиэфирополиолы Boltorn серии H, и в частности стабильный и относительно недорогой Boltorn H20 (идеализированная структура представлена на схеме 1). Благодаря наличию 16 терминальных НО-групп, Boltorn H20 может выступать в качестве полинуклеофильной матрицы с широкими возможностями дальнейшей функционализации. Так, ранее в литературе были описаны реакции фосфорилирования и тиофосфорилирования гиперразветвленные полимеры Boltorn H20 [2–6], ацилирования янтарным ангидридом [7–9], акрилоилхлоридом [10, 11], малеиновым ангидридом [12, 13] или фталевым ангидридом [14, 15], реакции тозилрования [16], ω-аминоалкилсилилирования [17]. Boltorn H20 также может быть функционализиро-

ван взаимодействием с различными изоцианатами [18–20] и изотиоцианатами [21]. Описано образование биоконъюгатов с участием поверхностных гидроксигрупп Boltorn H20 [22], а также получение углеродных нанотрубок с привитым гиперразветвленным полимером [23]. Полимерные пленки из поли(2,6-диметил-1,4-фениленоксида), модифицированные гиперразветвленным полимером Boltorn H20, представляют интерес для создания газоразделительных мембран [24]. Отдельно следует отметить работы [25] по использованию гиперразветвленных полимеров серии Boltorn для катализа электролитической диссоциации воды в биполярных мембранах. Электродиализ с биполярными мембранами позволяет решать целый ряд задач, связанных с синтезом кислот и щелочей из растворов солей [26–29], обработкой пищевых продуктов, в том числе молочных [30–32], соков [33–35] и вина [36], корректировкой рН природных вод и технологических растворов [37–39]. Отдельным классом являются асимметричные

Схема 1.



биполярные мембраны со значительно различающейся толщиной катионо- и анионообменного слоев [40–43], которые позволяют корректировать рН растворов электролитов с одновременным их обессоливанием. Это обуславливает большой интерес к созданию эффективных биполярных и асимметричных биполярных мембран в том числе путем модифицирования имеющихся коммерческих материалов. Основным ограничением для практического внедрения электролиза на основе асимметричные биполярные мембраны является высокое перенапряжение в мембранах, работающих в режиме генерации ионов водорода и гидроксила. Одним из наиболее рациональных путей преодоления этих недостатков и улучшения электрохимических свойств представляется модификация асимметричных биполярных мембран путем введения в биполярную область ионных полимеров с каталитической активностью в отношении диссоциации воды [14, 15, 25, 43–45].

Гиперразветвленный полимер Boltorn H20 представляется нам перспективным предшественником для получения катализаторов такого типа. Для усиления каталитической активности мы предприняли попытку химически модифицировать гиперразветвленный полимер Boltorn H20 с целью введения терминальных катионных групп. Такие положительно заряженные гиперразветвленные полиэфиры представляют интерес в связи с возможной каталитической активностью асимметричных биполярных мембран. Целью данной работы являлось изучение возможности получения потенциальных модификаторов асимметричных биполярных мембран на основе производных гиперразветвленного полимера Boltorn H20, имеющих терминальный пиридиниевый или трифенилфосфониевый фрагмент.

Изначально модификация полиэфира Boltorn H20 осуществлялась путем обработки тионилхлоридом в мягких условиях (в 1,4-диоксане либо в чистом тионилхлориде) при охлаждении с получением полихлорида (представлен на схеме в виде идеализированной структуры **2**) (схема 1). Реакцию проводили при температуре $\sim 10^\circ\text{C}$ (внешнее охлаждение), процесс сопровождался выделением HCl и SO_2 ; по окончании выделения газов реакционную массу обрабатывали холодной водой, что приводило к выделению полихлорида **2** в

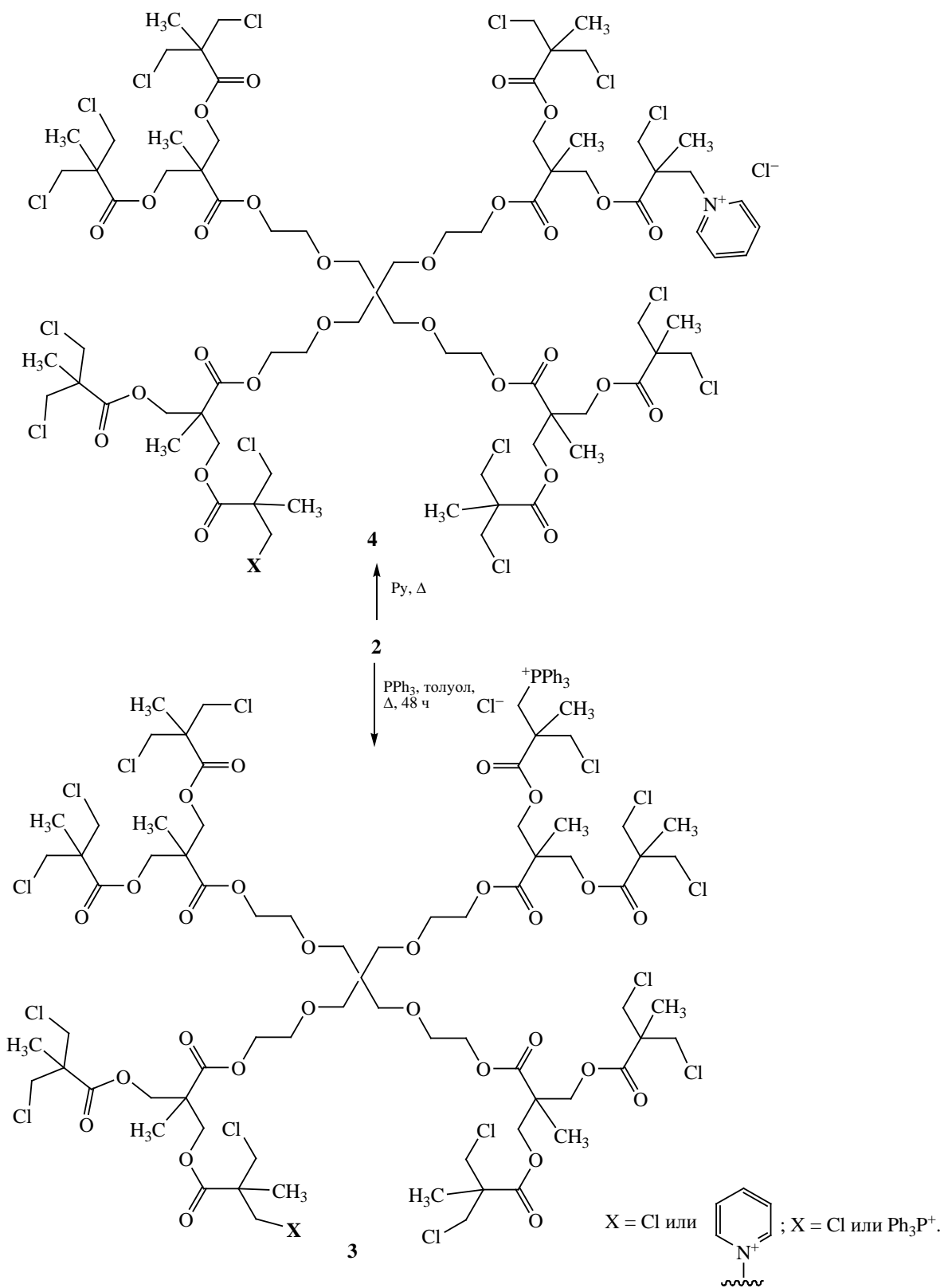
виде белого смолистого продукта, нерастворимого в воде, но растворимого в неполярных растворителях. Дальнейшая модификация гиперразветвленного полихлорида заключалась в частичной замене атомов хлора на катионные фрагменты. Для этого полихлорид **2** обрабатывали либо избытком трифенилфосфина в кипящем толуоле, либо пиридином при нагревании.

Реакция с PPh_3 приводила к образованию прозрачного раствора, который упаривали с получением бесцветного смолистого остатка. Избыток непрореагировавшего PPh_3 удаляли обработкой холодным эфиром. Анализ спектров ЯМР ^1H показал, что продукт реакции с PPh_3 представляет собой смесь солей фосфония **3**, несущих 1-2 фосфониевых группы (схема 2).

Реакция полихлорида **2** с пиридином приводила к образованию темного раствора, который далее упаривали при пониженном давлении. Полученный светло-коричневый смолистый материал обрабатывали холодной водой и холодным эфиром для удаления следов пиридина и его гидрохлорида. Анализ спектра ЯМР ^1H продукта **4** (схема 2) позволяет утверждать, что в результате обменной реакции образуются замещенные полиэфиры, содержащие 1–2 пиридиниевых фрагмента на молекулу. Низкая степень функционализации продуктов **3** и **4** может быть объяснена, по нашему мнению, пространственными факторами, а также побочными процессами дегидрогалогенирования в случае реакции с пиридином. Степень функционализации оценивали по соотношению интегральных интенсивностей катионной группы относительно остальных сигналов в спектрах ЯМР ^1H .

Таким образом, нам удалось получить гиперразветвленные полиэфиры с невысокой степенью функционализации, несущие катионные группы в терминальных положениях. Полученные соединения представляют интерес как ионные полимеры с каталитической активностью в отношении диссоциации воды. В настоящее время изучается возможность использования полученных дендримероподобных продуктов в качестве модификаторов асимметричных биполярных мембран, а также возможность получения гиперразветвленных ионных полимеров на основе Boltorn H20 с более высокой степенью функционализации.

Схема 2.



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Спектры ЯМР регистрировали на приборе Bruker Avance III HD 400MHz [400.17 (^1H), 100.63 МГц (^{13}C)] в растворе ДМСО- d_6 , в качестве стандарта использовали ТМС и остаточные сигналы растворителя. ИК спектры регистрировали на ИК Фурье-спектрометре Bruker Vertex 70 с приставкой НПВО на кристалле алмаза, спектральное разрешение $\pm 4 \text{ см}^{-1}$.

Boltorn H20 является коммерчески доступным продуктом (Perstorp Specialty Chemicals AB, Швеция). Его предварительно сушили при 100°C в течение 24 ч для обезвоживания. Диоксан сушили над натрием, тионилхлорид очищали перегонкой над подсолнечным маслом, т. кип. $74\text{--}75^\circ\text{C}$.

Полихлорпроизводное Boltorn H20 (2). Навеску гиперразветвленного полимера Boltorn H20 (15.0 г, 8.57 ммоль) при интенсивном перемешивании растворяли в 100 мл абсолютного диоксана. К прозрачному раствору при охлаждении (10°C) по каплям добавляли избыток (30.00 мл) тионилхлорида. Наблюдалось выделение газов (SO_2 , HCl , тяга!). Реакционную массу перемешивали при 10°C 8 ч, затем оставляли при комнатной температуре на 3–5 сут до окончательного прекращения выделения газообразных продуктов. Далее реакционную массу упаривали при комнатной температуре при пониженном давлении, гелеобразный остаток обрабатывали в течение 2–3 мин холодной водой для разложения следов SOCl_2 , воду декантировали. Полученный полихлорид **2** (выход количественный) вводили в реакцию без дальнейшей очистки. ИК спектр, ν , см^{-1} : 3294 ш (ОН, сорбированная вода), 2943, 2883 (C–H), 1722 с (C=O), 1209 (C–O). Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.00 с, 1.03 с, 1.06 с, 1.08 с, 1.16 с (~36H, CH_3), 3.23–3.46 м (~42H, CH_2Cl , CH_2O), 4.02–4.13 м (~32H, CH_2Cl , CH_2O). Спектр ЯМР ^{13}C DEPTQ, δ_{C} , м. д.: 17.27*, 17.34*, 17.38* (CH_3), 48.7, 48.8, 50.7, 64.2, 64.4, 65.5 ($\text{C}_{\text{четв}}$, CH_2Cl , CH_2O), 173.5, 173.7 (C=O). *Сигналы в противофазе.

Производные Boltorn H20 с трифенилфосфониевым фрагментом (3). Полихлорид **2** (1.54 г) растворяли при нагревании в 25 мл абс. бензола. Раствор фильтровали, к фильтрату добавляли 2.5 г (9.5 ммоль) трифенилфосфина. Реакционную массу кипятили 48 ч, бензол упаривали в вакууме.

Кристаллический остаток обрабатывали холодным эфиром для удаления непрореагировавшего трифенилфосфина, затем сушили при пониженном давлении и получали 1.70 г фосфониевого продукта **3** в виде белого смолистого материала. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.01 с, 1.03 с, 1.07 с, 1.12 с, 1.16 с (~36H, CH_3), 3.20–3.57 м (~40H, CH_2P^+ , CH_2O), 4.00–4.22 м (~32H, CH_2O), 7.22–7.80 м (~20H, Ph_3P^+).

Производные Boltorn H20 с терминальным пиридиниевым фрагментом (4). Полихлорид **2** (1.00 г) растворяли в 20 мл абсолютного пиридина и кипятили 3 сут. Полученный темный раствор упаривали при пониженном давлении, маслообразный остаток растирали с холодным эфиром, затем эфир декантировали, остаток обрабатывали водой и еще раз эфиром. Получали 0.80 г коричневого смолистого материала. Спектр ЯМР ^1H , δ , м. д.: 1.02 с, 1.04 с, 1.08 с, 1.17 с (~36H, CH_3), 3.39–3.48 м (~40H, CH_2N^+ , CH_2O), 4.03–4.15 м (~32H, CH_2O), 7.92–7.95 м (~3H, H^3 , H^5 Py), 8.44 псевдотриплет (1.5H, H^4), 8.86 д (~3H, H^2 , H^6 , $^3J = 5.0 \text{ Гц}$).

ФОНДОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в рамках базовой части государственного задания (№ 10.9572.2017/БЧ).

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Королев Г.В., Бубнова М.Л. // Высокомолекулярные соединения (В). 2007. Т. 49. № 7. С. 1357; Korolev G.V., Bubnova M.L. // Polymer Sci. (C). 2007. Vol. 49. N 4. P. 332. doi 10.1134/S1811238207040030
2. Низамов И.С., Шамилов Р.Р., Сергеев Г.Г., Кутырев Г.А., Черкасов Р.А. // ЖОХ. 2007. Т. 77. № 12. С. 2060; Nizamov I.S., Shamilov R.R., Sergeenko G.G., Kutyrev G.A., Cherkasov R.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2007. Vol. 77. N 12. P. 2205. doi 10.1134/S1070363207120213
3. Низамов И.С., Шамилов Р.Р., Мартыанов Е.М., Сергеев Г.Г., Кутырев Г.А., Черкасов Р.А. // ЖОХ. 2008. Т. 78. № 7. С. 1101; Nizamov I.S., Shamilov R.R., Mart'yanov E.M., Sergeenko G.G., Kutyrev G.A., Cherkasov R.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2008. Vol. 78. N 7. P. 1338. doi 10.1134/S1070363208070086

4. Низамов И.С., Шамилов Р.Р., Кутырев Г.А., Черкасов Р.А. // ЖОХ. 2010. Т. 80. № 8. С. 1403; Nizamov I.S., Shamilov R.R., Kutyrev G.A., Cherkasov R.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2010. Vol. 80. N 8. P. 1724. doi 10.1134/S107036321008027X
5. Cherkasov R.A., Gataulina A.R., Shamilov R.R., Nizamov I.S., Kutyrev G.A. // Phosphorus, Sulfur, Silicon, Relat. Elem. 2011. Vol. 186. N 4. P. 1001. doi 10.1080/10426507.2010.509879
6. Низамов И.С., Шамилов Р.Р., Кутырев Г.А., Черкасов Р.А. // ЖОРХ. 2010. Т. 46. № 2. С. 302; Nizamov I.S., Shamilov R.R., Kutyrev G.A., Cherkasov R.A. // Russ. J. Org. Chem. 2010. Vol. 46. N 2. P. 298. doi 10.1134/S1070428009020259
7. Каратаева Ф.Х., Резепова М.В., Юльметов А.Р., Кутырева М.Г., Кутырев Г.А., Улахович Н.А. // Учен. зап. Казанск. унив. Сер. Естеств. науки. 2009. Т. 151. Кн. 4. С. 58.
8. Кутырева М.П., Усманова Г.Ш., Улахович Н.А., Каратаева Ф.Х., Резепова М.В., Кутырев Г.А. // ЖОХ. 2009. Т. 79. № 3. С. 521; Kutyreva M.P., Usmanova G.Sh., Ulakhovich N.A., Karataeva F.Kh., Rezepova M.V., Kutyrev G.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2009. Vol. 79. N 3. P. 511. doi 10.1134/S1070363209030293
9. Кутырева М.П., Усманова Г.Ш., Улахович Н.А., Кутырев Г.А. // ЖОХ. 2010. Т. 80. № 4. С. 625; Kutyreva M.P., Usmanova G.Sh., Ulakhovich N.A., Kutyrev G.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2010. Vol. 80. N 4. P. 787. doi 10.1134/S1070363210040183
10. Kutyreva M.P., Gataulina A.R., Kutyrev G.A., Ulakhovich N.A., Newman T., Khasanova E.M., Bondar O.V., Yurtaeva S.V., Ziganshina S.A., Khaldeeva E.V. // Inorg. Chim. Acta. 2016. Vol. 450. P. 101. doi 10.1016/j.ica.2016.04.013
11. Кутырева М.П., Гатаулина А.Р., Кутырев Г.А., Низамов И.С., Улахович Н.А. // ЖОХ. 2011. Т. 81. № 7. С. 1187; Kutyreva M.P., Gataulina A.R., Kutyrev G.A., Nizamov I.S., Ulakhovich N.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2011. Vol. 81. N 7. P. 1535. doi 10.1134/S1070363211070206
12. Бондарь О.В., Гатаулина А.Р., Улахович Н.А., Кутырева М.П. // ЖОРХ. 2018. Т. 54. № 9. С. 1290; Bondar O.V., Gataulina A.R., Ulakhovich N.A., Kutyreva M.P. // Russ. J. Org. Chem. 2018. Vol. 54. N 9. P. 1301. doi 10.1134/S1070428018090051
13. Гатаулина А.Р., Ханнанов А.А., Малиновских О.А., Бондарь О.В., Улахович Н.А., Кутырева М.П. // ЖОХ. 2013. Т. 83. № 12. С. 1984; Gataulina A.R., Khananov A.A., Malinovskikh O.A., Bondar' O.V., Ulakhovich N.A., Kutyreva M.P. // Russ. J. Gen. Chem. 2013. Vol. 83. N 12. P. 2269. doi 10.1134/S1070363213120074
14. Утин С.В., Лоза С.А., Беспалов А.В., Заболоцкий В.И. // Мембраны и мембр. технол. 2018. Т. 8. № 1. С. 42. doi 10.1134/S2218117218010066; Utin S.V., Loza S.A., Bepalov A.V., Zabolotsky V.I. // Petrolium Chem. 2018. Vol. 58. N 2. P. 137. doi 10.1134/S0965544118020068
15. Zabolotsky V., Utin S., Bepalov A., Strelkov V. // J. Membr. Sci. 2015. Vol. 494. P. 188. doi 10.1016/j.memsci.2015.07.057
16. Гаязова Э.Р., Давлятова Л.С., Кутырев Г.А., Халдеева Е.В., Кутырева М.П., Улахович Н.А. // Вестн. Казанск. технол. унив. 2014. Т. 17. № 9. С. 182.
17. Кутырева М.П., Гатаулина А.Р., Кутырев Г.А., Низамов И.С., Улахович Н.А. // ЖОХ. 2011. Т. 81. № 5. С. 873; Kutyreva M.P., Gataulina A.R., Kutyrev G.A., Nizamov I.S., Ulakhovich N.A. // Russ. J. Gen. Chem. 2011. Vol. 81. N 5. P. 960. doi 10.1134/S1070363211050227
18. Кутырев Г.А., Максимов А.Ф., Бусыгина А.А., Идиятов И.И., Валиуллин Л.Р., Галлямова С.Р., Бирюля В.В., Гатаулина А.Р., Кутырева М.П. // Вестн. Казанск. технол. унив. 2017. Т. 20. № 21. С. 5.
19. Гатаулина А.Р., Рахматуллина Л.Р., Кутырева М.П., Бусыгина А.А., Кутырев Г.А. // Вестн. Казанск. технол. унив. 2015. Т. 18. № 19. С. 48.
20. Кутырев Г.А., Максимов А.Ф., Эрнандес А-М.П., Идиятов И.И., Валиуллин Л.Р., Галлямова С.Р., Бирюля В.В., Гатаулина А.Р., Кутырева М.П. // Вестн. Казанск. технол. унив. 2017. Т. 20. № 20. С. 16.
21. Кутырев Г.А., Бусыгина А.А., Ахмадулина Э.Н., Рахматуллина Л.Р., Кутырева М.П., Гатаулина А.Р. // Вестн. Казанск. технол. унив. 2016. Т. 19. № 14. С. 15.
22. Arce E., Nieto P.M., Díaz V., García Castro R., Bernad A., Rojo J. // Bioconjugate Chem. 2003. Vol. 14. P. 817. doi 10.1021/bc034008k
23. Lu L., Xia L., Zengheng H., Xingyue S., Yi Z., Pan L. // RSC Adv. 2018. Vol. 8. N 52. P. 29830. doi 10.1039/c8ra04525a
24. Sterescu D.M., Stamatialis D.F., Mendes E., Kruse J., Rätzke K., Faupel F., Wessling M. // Macromolecules. 2007. Vol. 40. N 15. P. 5400. doi 10.1021/ma070772g
25. Xue Y., Xu T., Fu R., Cheng Y., Yang W. // J. Colloid Interface Sci. 2007. Vol. 316. N 2. P. 604. doi 10.1016/j.jcis.2007.08.052
26. Мембраны и мембранные технологии / Под ред. А.Б. Ярославцева. М.: Научный мир, 2013, С. 70.
27. Wiśniewski J., Wiśniewska G., Winnicki T. // Desalination. 2004. Vol. 169. N 1. P. 11. doi 10.1016/j.desal.2004.08.003
28. Xu T. // Desalination. 2001. Vol. 140. N 3. P. 247. doi 10.1016/S0011-9164(01)00374-5
29. Zabolotskii V., Sheldeshov N., Melnikov S. // Desalination. 2014. Vol. 342. P. 183. doi 10.1016/j.desal.2013.11.043

30. Bazinet L., Ippersiel D., Gendron C., Tétreault C., René-Paradis J., Beaudry J., Britten M., Mahdavi B., Amiot J., Lamarche F. // *J. Sci. Food Agric.* 2002. Vol. 82. N 12. P. 1356. doi 10.1002/jsfa.1173
31. Bazinet L., Ippersiel D., Gendron C., Beaudry J., Mahdavi B., Amiot J., Lamarche F. // *J. Membr. Sci.* 2000. Vol. 173. N 2. P. 201. doi 10.1016/S0376-7388(00)00373-2
32. Balster J., Pünt I., Stamatialis D.F., Lammers H., Verwer A.B., Wessling M. // *J. Membr. Sci.* 2007. Vol. 303. N 1–2. P. 213. doi 10.1016/j.memsci.2007.07.015
33. Lam Quoc A., Lamarche F., Makhlof J. // *J. Agric. Food Chem.* 2000. Vol. 48. N 6. P. 2160. doi 10.1021/jf991233g
34. Vera E., Sandeaux J., Persin F., Pourcelly G., Dornier M., Ruales J. // *J. Food Eng.* 2007. Vol. 78. N 4. P. 1427. doi 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.014
35. Vera E., Sandeaux J., Persin F., Pourcelly G., Dornier M., Piombo G., Ruales J. // *J. Food Eng.* 2007. Vol. 78. N 4. P. 1439. doi 10.1016/j.jfoodeng.2006.01.015
36. El Rayess Y., Mietton-Peuchot M. // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2016. Vol. 56. N 12. P. 2005. doi 10.1080/10408398.2013.809566
37. Sui C. C., Xiao C., Yang H. US Pat. US2012160769 (2012).
38. Badruzzaman M., Oppenheimer J., Adham S., Kumar M. // *J. Membr. Sci.* 2009. Vol. 326. N 2. P. 392. doi 10.1016/j.memsci.2008.10.018
39. Заболоцкий В.И., Утин С.В., Лебедев К.А., Василенко П.А., Шельдешов Н.В. // *Электрохимия.* 2012. Т. 48. № 7. С. 842; Zabolotskii V.I., Utin S.V., Lebedev K.A., Vasilenko P.A., Shel'deshov N.V. // *Russ. J. Electrochem.* 2012. Vol. 48. N 7. P. 767. doi 10.1134/S1023193512070130
40. Leitz F.B. Pat. US 3562139 (1971).
41. Мельников С.С., Заболоцкий В.И., Шельдешов Н.В. Пат. РФ 120373 (2012).
42. Balster J., Sumbharaju R., Srikantharajah S., Pünt I., Stamatialis D.F., Jordan V., Wessling M. // *J. Membr. Sci.* 2007. Vol. 287. N 2. P. 246. doi 10.1016/j.memsci.2006.10.042
43. Мельников С.С., Заболоцкий В.И., Шельдешов Н.В. // *Конденс. среды межфаз. границы.* 2010. Т. 12. № 2. С. 143.
44. Xue Y., Wang N., Huang C., Cheng Y., Xu T. // *J. Membr. Sci.* 2009. Vol. 344. N 1–2. P. 129. doi 10.1016/j.memsci.2009.07.042
45. Шельдешов Н.В., Заболоцкий В.И., Беспалов А.В., Ковалев Н.В., Алпатова Н.В., Акимова А.В., Мочалова Т.В., Ковалева В.И., Боярищева А.Ю. // *Мембраны и мембр. технол.* 2017. Т. 7. № 3. С. 187; Shel'deshov N.V., Zabolotskii V.I., Bepalov A.V., Kovalev N.V., Alpatova N.V., Akimova A.V., Mochalova T.V., Kovaleva V.I., Boyarishcheva A.Y. // *Petroleum Chem.* 2017. Vol. 57. N 6. P. 518. doi 10.1134/S0965544117060093

Synthesis of New Hyper-Branched Dendrimers with Terminal Cationic Groups Based on Boltorn H20 Polyester Polyol

S. A. Loza^a, V. V. Dotsenko^{a,b,*}, A. V. Bepalov^a, N. A. Aksenov^b, S. V. Utin^a, and V. I. Zabolotskii^a

^a Kuban State University, Krasnodar, 350040 Russia

^b North-Caucasus Federal University, Stavropol, 355009 Russia

*e-mail: victor_dotsenko_@mail.ru

Received September 3, 2019; revised September 3, 2019; accepted September 6, 2019

The terminal polychlorides of the hyperbranched polyether polyol Boltorn H20 were obtained. Further processing of the obtained polychlorides with absolute pyridine or triphenylphosphine led to the formation of products of varying degrees of functionalization containing pyridinium or triphenylphosphonium fragments in terminal positions.

Keywords: hyperbranched polyesters, Boltorn H20, functionalization, asymmetric bipolar membranes