

УДК 541.64:542.944

ИНТЕРПОЛИМЕРЫ СО СПЕЦИФИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ НА ОСНОВЕ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА И АЗОТСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИМЕРОВ

© 2000 г. И. И. Воинцева, Л. М. Гильман, П. М. Валецкий

Институт элементоорганических соединений им. А.Н. Несмеянова Российской академии наук
117813 Москва, ул. Вавилова, 28

Поступила в редакцию 28.09.1999 г.
Принята в печать 14.02.2000 г.

Изучены особенности интерполимерных реакций, протекающих в растворе при взаимодействии хлорсульфированного ПЭ с полиэтиленимином или полигексаметиленгуанидином; разработаны методы получения покрытий на основе интерполимеров. Пленки на основе интерполимеров полиэтиленамина обладают удельным электрическим сопротивлением на 2–7 порядков меньше, чем пленки хлорсульфированного ПЭ. Пленки на основе интерполимеров полигексаметиленгуанидина проявляют высокую биоцидную и алгицидную активность и могут быть использованы для обеззараживания воды.

Интерполимеры представляют собой химически связанные разнородные макромолекулы, образующиеся при химическом взаимодействии в растворе двух полимеров, реакционноспособные группы которых расположены в повторяющихся звеньях их макромолекул.

Ранее нами была изучена интерполимерная реакция между поли-1,1,2-трихлорбутадиеном, содержащем в каждом повторяющемся звене легкоподвижные (аллильные) атомы хлора и водорода, и полиэтиленимином (ПЭИ) [1]. Особенностью этой реакции является сопутствующее ей внутримолекулярное дегидрохлорирование хлорсодержащего полимера под влиянием ПЭИ, приводящее к образованию в составе интерполимера полисопряженной системы.

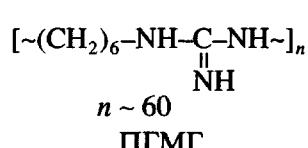
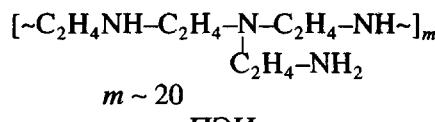
В данной работе в качестве хлорсодержащего полимера использован хлорсульфированный полиэтилен (ХСПЭ), строение которого обычно изображают формулой [2]



ХСПЭ – каучукоподобный полимер; он хорошо растворим в ароматических и хлорированных углеводородах, не растворим в воде и спиртах. ХСПЭ характеризуется высокой стойкостью к воздействию озона, коррозионной, бензо-, масло-,

морозо- и теплостойкостью; применяется в лакокрасочной, резиновой, латексной, шинной промышленности.

В качестве азотсодержащих полимеров использовали разветвленный ПЭИ и полигексаметиленгуанидин (ПГМГ):



ПЭИ представляет собой вязкую, бесцветную смолу, ПГМГ – белое пастообразное вещество; оба полимера растворимы в воде и низших спиртах; ПЭИ растворим в хлороформе.

Химические свойства ПГМГ во многом повторяют свойства полиаминов, в частности, этот полимер, как и ПЭИ, вступает в интерполимерную реакцию с поли-1,1,2-трихлорбутадиеном [3].

Оба азотсодержащих полимера обладают ценными специфическими свойствами: ПЭИ – электропроводящими, ПГМГ – биоцидными, однако не могут быть использованы в лакокрасочной

Таблица 1. Выход, состав и свойства интерполимеров ХСПЭ–ПЭИ ($c_{\text{и}} = 2 \text{ г/дл}$)

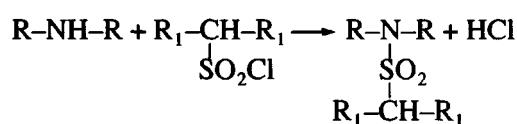
Содержание ПЭИ, мас. % (мол. %)	Характеристика интерполимера				Свойства интерполимерных пленок			
	выход, %	Cl, %	N, %	содержание ПЭИ, мол. %	σ_p , МПа	ϵ , %	E , МПа	ρ_v , Ом м
0(0)	—	23.40	—	—	1.3	1370	4.0	3×10^{14}
12(32)	86	20.54	3.25	15	9.0	330	8.8	2×10^{12}
17(43)	97	18.25	4.63	20	11.0	370	8.8	1×10^{12}
29(60)	97	17.23	7.21	28	5.0	270	6.4	1×10^{11}
44(75)	88	13.86	8.92	32	3.0	250	3.3	2×10^8
52(80)	89	11.06	10.55	37	2.3	240	2.5	4×10^7
61(86)	85	—	11.22	40*	0.7	150	0.8	8×10^7
73(91)	73	10.16	17.52	55*	0.3	110	0.3	4×10^7
80(94)	42	—	16.45	50*	—	—	—	—
100(100)	—	0	31.20	—	Пленку не образует			$\sim 10^5$

Примечание. σ_p – разрывная прочность, ϵ – относительная деформируемость, E – модуль упругости, ρ_v – удельное объемное электрическое сопротивление.

* Пленки мутные, неоднородные.

промышленности в качестве покрытий, поскольку не образуют пленки (ПЭИ) или образуют весьма малопрочные пленки (ПГМГ), которые легко смываются водой.

Интерполимерная реакция между ХСПЭ и азотсодержащими полимерами, протекающая по схеме



(R и R_1 соответственно цепи азотсодержащего полимера и ХСПЭ), является единственным способом получения гибридных полимеров на основе ХСПЭ, ПЭИ и ПГМГ, поскольку эти полимеры синтезируются по различным механизмам. ХСПЭ получают при обработке ПЭ хлором и сернистым ангидридом (в растворе); ПЭИ – ионной полимеризацией соответствующего мономера; ПГМГ – поликонденсацией гексаметилендиамина с гуанидиногидрохлоридом [2, 4, 5].

ИНТЕРПОЛИМЕРНАЯ РЕАКЦИЯ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С ПОЛИЭТИЛЕНИМИНОМ

Интерполимерную реакцию между ХСПЭ и ПЭИ проводили в единственном общем для двух полимеров растворителе – хлороформе, варьируя содержание ПЭИ в исходной смеси от 10 до 80 мас. % (30–95 мол. %) (табл. 1).

Для реакции использовали ХСПЭ, очищенный переосаждением из хлороформа в метанол. Характеристическая вязкость $[\eta] = 1.32 \text{ дL/g}$ в хлороформе и 0.83 дL/g в толуоле (при 25°C), $M = 1.4 \times 10^5$ (рассчитано по формуле $[\eta] = 6.53 \times 10^{-4}M^{0.602}$). Элементный состав (найдено, %): С 64.30; Н 10.00; Cl 23.40; S 0.75; O 1.6.

Для определения содержания подвижного хлора в ХСПЭ проводили щелочное дегидрохлорирование полимера в ТГФ ($c_0 = 1 \text{ г/дл}$) под действием 20%-ного спиртового раствора КОН при комнатной температуре. Образовавшийся нерастворимый полимер отфильтровывали, экстрагировали

этиловым спиртом, сушили в вакууме. Выход полимера 100%; содержание хлора 20.15% (соответствует удалению ~3% хлора).

Второй полимер – ПЭИ разветвленный (промышленный) с $M \sim 1.0 \times 10^5$; $[\eta] = 0.18$ дл/г (в хлороформе, при 25°C). Найдено (в скобках – вычислено, %): С 51.23 (55.78); Н 11.70 (11.70), N 31.54 (32.51).

Интерполимерную реакцию между ХСПЭ и ПЭИ осуществляли в хлороформе, смешивая в разных соотношениях раствор ПЭИ (концентрация 5.5 г/дл) и раствор ХСПЭ (концентрация 0.8 г/дл); реакцию проводили в течение 5 ч при 25°C и перемешивании. Образовавшиеся нерастворимые интерполимеры отделяли фильтрованием, экстрагировали хлороформом от примеси не вступивших в реакцию исходных полимеров, сушили в вакууме при комнатной температуре.

Состав интерполимеров определяли по содержанию в них азота, используя градуировку (рис. 1), полученную расчетным путем с учетом брутто-формулы образца ХСПЭ $\sim(C_9H_{17}Cl)_{23}-CHSO_2Cl\sim$; ММ звена равна 160.

ИК-спектры интерполимеров снимали на ИК-фурье-спектрометре. В ИК-спектрах интерполимеров, освобожденных от примеси гомополимеров, сохраняются все полосы, характерные для исходных полимеров. В области колебаний связей C–Cl и NH (500–800 и 3400–3500 cm^{-1}) наблюдается небольшое изменение интенсивности сигналов, указывающее на участие этих групп в реакции. Новых полос в спектрах не обнаружено.

За изменением вязкости η реакционной среды в ходе реакции наблюдали в отдельной серии опытов, проводя интерполимерную реакцию в вискозиметре Уббелоде при $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$ и визуально фиксируя момент гелеобразования в системе.

Для получения интерполимерных пленок ХСПЭ–ПЭИ реакционные растворы сразу после смешения растворов исходных полимеров помещали на целлофановую подложку, растворитель испаряли при комнатной температуре. При этом образовывались бесцветные, прозрачные, не растворимые в хлороформе и других растворителях пленки, которые экстрагировали водой (так как в хлороформе пленки набухают) и сушили в вакууме при 50°C. Деформационно-прочностные свойства пленок определяли на приборе типа Поляни; их удельное электрическое сопротивление ρ_v измеряли контактным методом, как в работе [6].

При смешении растворов ХСПЭ и ПЭИ в выбранных условиях образуются нерастворимые продукты, которые после удаления экстракцией



Рис. 1. Зависимость состава интерполимеров ХСПЭ–ПЭИ (1) и ХСПЭ–ПГМГ (2) от содержания азота.

растворимых в хлороформе исходных гомополимеров содержат азот и хлор (табл. 1), т.е. являются интерполимерами ХСПЭ–ПЭИ.

Количество вступивших в реакцию функциональных групп каждого из гомополимеров (глубина реакции) при взаимодействии азотсодержащих полимеров с ХСПЭ зависит главным образом от содержания подвижных атомов хлора в макромолекулах ХСПЭ.

Известно [2], что содержание хлора в макромолекулах ХСПЭ нерегулярно; входящие в его состав хлорированные и хлорсульфированные звенья распределяются по макроцепи среднестатистически. Наиболее подвижными являются атомы хлора в хлорсульфоновой группе, у третичного атома углерода и в дихлоридных звеньях $-CHCl-CHCl-$, расположенных в β -положении к хлорсульфоновой группе.

По результатам щелочного дегидрохлорирования, выбранного для исследования образца ХСПЭ, содержание подвижных атомов хлора в нем составляет ~3%. Очевидно, что именно такой может быть предельная глубина реакции при взаимодействии ХСПЭ с азотсодержащими полимерами.

Этого количества реакционноспособных атомов хлора достаточно для того, чтобы большинство макромолекул ХСПЭ и ПЭИ оказались связанными между собой: из табл. 1 видно, что выход нерастворимых интерполимеров составляет 85–97%. При любых соотношениях реагирующих полимеров в исходной смеси образующиеся интерполимеры обогащены ХСПЭ.

При синтезе интерполимеров, предназначенных для получения пленочных материалов, основная

Таблица 2. Изменение объемной доли интерполимера в процессе интерполимерной реакции

Продолжительность реакции, ч	Значение ηc_i							
	c_i , г/дл (ХСПЭ : ПЭИ = 20 : 80 мол. %)				ХСПЭ : ПЭИ, мол.% ($c_i = 0.4$ г/дл)			
0	2.0	1.5	1.0	0.8	50 : 50	20 : 80	10 : 90	
0.1	5.2	2.5	1.0	0.7	0.50	0.55	0.60	
0.5	8.3	3.1	1.1	0.7	0.60	—	—	
1.0	12.0	3.5	1.2	0.8	0.60	0.65	0.70	
2.0	17.8	4.0	1.2	0.8	0.60	0.70	0.80	
3.0	22.1*	4.1	1.3	0.8	0.60	0.75	0.90	
4.0	—	4.3	1.3	0.8	0.60	0.75	0.95	
5.0	—	4.5	1.3	0.8	0.60	0.80	1.05	

* Образование геля.

задача заключается в выборе таких условий реакции, при которых образуются полностью растворимые интерполимеры. Растворы интерполимеров можно использовать в качестве лакокрасочных материалов [3].

Ранее на примере другой интерполимерной реакции [7, 8] нами было показано, что растворимость интерполимера в первую очередь зависит от объемной доли полимеров в растворе (ηc). Для получения растворимых интерполимеров величина ηc не должна существенно превышать порога перекрывания макромолекулярных клубков на протяжении всей реакции ($\eta c \sim 1$).

При взаимодействии ХСПЭ и ПЭИ исходные концентрации реагирующих полимеров c_0 выбирали таким образом, чтобы $c_0 = 1/[\eta]$ ($[\eta]$ – характеристическая вязкость каждого гомополимера в хлороформе). При этом концентрация интерполимера в растворе $c_i = 2$ г/дл.

В табл. 2 показано, что при такой концентрации объемная доля интерполимера в растворе (ηc_i) быстро растет в ходе реакции, и через 3 ч интерполимер теряет растворимость.

При $c_i = 1.5$ г/дл объемная доля интерполимера в ходе реакции растет гораздо медленнее (табл. 2) и образование нерастворимого интерполимера происходит только через 30 суток.

При $c_i \leq 1$ геля не образуется (срок наблюдения 3 месяца); как видно из табл. 2, при таких концент-

рациях растворимые интерполимеры могут быть получены при любом соотношении ХСПЭ : ПЭИ.

В процессе испарения растворителя при получении из растворов пленок или покрытий интерполимеры теряют растворимость, поскольку резко увеличивается объемная доля в растворе и происходит сшивка.

Деформационно-прочностные свойства интерполимерных пленок зависят от их состава, но они гораздо лучше по сравнению с гомополимерами. В табл. 1 показано, что при содержании ПЭИ 15–20 мол.% пленки интерполимеров характеризуются максимальной прочностью и модулем эластичности. При дальнейшем увеличении содержания ПЭИ пленки приобретают следы фазового разделения, что сопровождается ухудшением их деформационно-прочностных характеристик.

Пленки интерполимеров обладают электропроводящими свойствами: их удельное электрическое сопротивление ρ_v на 2–7 порядков ниже по сравнению с ХСПЭ.

В отличие от электропроводящих парамагнитных интерполимеров черного цвета, полученных нами при взаимодействии поли-1,1,2-трихлорбутадиена с ПЭИ [6], интерполимеры ХСПЭ–ПЭИ не дают сигнала в спектре ЭПР. По-видимому, механизм электропроводности этих интерполимеров различен.

Таблица 3. Выход, состав и свойства интерполимеров ХСПЭ–ПГМГ ($c_{\text{ПГМГ}} = 3 \text{ г/дл}$, в этиловом спирте)

Реакционная смесь полимеров		Характеристика интерполимера			Свойства интерполимерных пленок		
содержание ПГМГ, мас. % (мол. %)	$c_{\text{ХСПЭ}}$, % (в толуоле)	выход, %	содержание N, %	содержание ПГМГ, мас. % (мол. %)	концентрация тест-микробов, КОЕ/мл	потеря массы в воде, %	влагопоглощение в парах, %
0	—	—	—	—	10^7	0	0.6–0.9
10	3.0	99.5	1.64; 1.48	8	10^5	0.5	1.5
15	3.0	99.6	1.84; 1.88	10	10^2	0.4	2.5
20	1.6	93.8	2.21; 2.44	13	0	6.2	4.3
30	1.4	91.6	2.85; 2.91	15	0	8.4	6.9
50	0.5	69.6	3.37; 3.25	18	0	30.4	11.2
50*	1.0	43.0	1.80; 1.84	10	0	—	—

* Межфазная реакция в системе вода–толуол.

ИНТЕРПОЛИМЕРНАЯ РЕАКЦИЯ ХЛОРСУЛЬФИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА С ПОЛИГЕКСАМЕТИЛЕНГУАНИДИНОМ

Реагирующие полимеры в данном случае не имеют общего растворителя, поэтому интерполимерную реакцию проводили в смеси двух растворителей: в качестве растворителя для ХСПЭ использовали толуол или ксиол; ПГМГ растворяли в этиловом спирте или в воде.

Каждый из этих растворителей является осадителем для второго полимера, поэтому при смешении растворов резко ухудшается термодинамическое качество растворителя и велика вероятность выпадения интерполимера в осадок.

Для реакции использовали тот же образец ХСПЭ, что и для реакции с ПЭИ, а также ПГМГ-гидрохлорид (промышленный) с $M \sim 1.0 \times 10^4$. Найдено (в скобках – вычислено для $C_7H_{16}N_3Cl$), %: C 47.48 (47.32); H 9.21 (9.01); N 23.41 (23.66); Cl 20.01 (20.00). ПГМГ-гидрохлорид растворяли в воде (30%-ный раствор) и обрабатывали при 80–90°C 50%-ным водным раствором KOH; основание ПГМГ плохо растворимо в воде и при охлаждении раствора выделяется в виде белой пастообразной массы, которую отделяли и промывали холодной водой.

Интерполимерную реакцию между ХСПЭ и ПГМГ проводили, смешивая в разных соотношениях раствор ПГМГ в этиловом спирте ($c = 3 \text{ г/дл}$) и растворы ХСПЭ в толуоле (концентрацию ХСПЭ в толуоле выбирали таким образом, что-

бы этот полимер не выпадал в осадок при добавлении к нему необходимого количества спиртового раствора ПГМГ). Реакцию вели 5 ч при 25°C и перемешивании, получали бесцветный, слегка опалесцирующий раствор интерполимера.

Межфазную реакцию осуществляли в аналогичных условиях, но в качестве растворителя для ПГМГ использовали воду. После окончания реакции органический слой, содержащий интерполимер, отделяли, промывали водой и сушили над CaCl_2 .

Растворы интерполимеров помещали на целлофановую подложку, испаряли растворитель; пленки интерполимеров экстрагировали водой от не вступившего в реакцию ПГМГ и сушили в вакууме при комнатной температуре.

Состав интерполимеров определяли по содержанию в них азота по приведенной на рис. 1 (кривая 2) градуировке.

В ИК-спектре интерполимеров обнаружены полосы, характерные для аминных (3220 ; 3240 cm^{-1}) и иминных (1650 cm^{-1}) групп в составе гуанидиновой группировки [9].

Для определения водостойкости и влагопоглощения интерполимерных пленок их получали в виде покрытия на подложке и помещали на 5 суток в воду или в пары воды, определяя затем потерю массы или привес.

Из табл. 3 видно, что по сравнению с исходной смесью все интерполимеры ХСПЭ–ПГМГ обогащены ХСПЭ: при всех соотношениях

ХСПЭ : ПГМГ в исходной смеси содержание последнего в интерполимере не превышает 18%.

Интерполимерную реакцию между ХСПЭ и ПГМГ целесообразно проводить с использованием минимального количества этилового спирта в качестве растворителя для ПГМГ, поскольку он является осадителем для ХСПЭ и образующегося интерполимера. В связи с этим выбрали концентрацию ПГМГ в этиловом спирте 9.0 г/дл, что соответствует насыщенному раствору.

При такой концентрации ПГМГ и концентрации ХСПЭ в толуоле $c_{ХСПЭ} = 1/[\eta] = 1.2$ г/дл образуются полностью растворимые интерполимеры. При более высоких концентрациях ХСПЭ ($1.2 < c_{ХСПЭ} < 9.0$) растворы нестабильны, и интерполимеры рано или поздно выпадают в осадок. Так, при $c_{ХСПЭ} = 9.0$ г/дл интерполимер выпадает в осадок уже в процессе смешения растворов, при 6.0 г/дл – через 1 сутки; при 4.5 г/дл – через 2 суток; при 3.8 г/дл – через 10 суток; при 3.5 г/дл интерполимер сохраняет растворимость в течение 3 месяцев (срок наблюдения).

Пленки и покрытия интерполимеров можно получать из растворов любой концентрации $c_{ХСПЭ} < 9.0$ г/дл, но при этом следует учитывать, что время жизни интерполимера в растворе ограничено и необходимо использовать свежеприготовленные растворы.

Для получения растворимых интерполимеров ХСПЭ–ПГМГ в ксиоле применяли еще более низкие концентрации ХСПЭ, поскольку он является для этих полимеров растворителем худшего термодинамического качества, чем толуол.

Если растворителем для ПГМГ служит вода, интерполимерная реакция протекает межфазно (на границе раздела фаз). Образующийся интерполимер не растворим в воде и переходит в органическую фазу, не вступивший в реакцию ПГМГ остается в воде. Как видно из табл. 3, выход интерполимера и содержание в нем ПГМГ при межфазной реакции меньше, чем при проведении реакции в смешивающихся растворителях.

Интерполимеры ХСПЭ–ПГМГ имеют температуру стеклования $\sim 60^\circ\text{C}$, устойчивы при нагревании на воздухе: температура начала термической деструкции $T > 200^\circ\text{C}$.

Пленки интерполимеров бесцветные, однородные, имеют более высокую прочность на разрыв ($\sigma_p = 8\text{--}10$ МПа), чем исходные гомополимеры (для ПГМГ $\sigma_p \sim 0.1$ МПа, для ХСПЭ $\sigma_p = 1.3$ МПа), а также высокую адгезию к металлам (1 балл по методу “решетчатых надрезов”).

В табл. 3 показано, что при содержании в интерполимере 8–10% ПГМГ потеря массы в воде и влагопоглощение в парах невелико. Увеличение содержания ПГМГ сопровождается снижением водо- и влагостойкости пленок.

Пленки и покрытия интерполимеров обладают биоцидными и алгицидными свойствами: при помещении в воду, контаминированную тест-микробами (*Ps. aeruginosa* и *E.coli* $\sim 10^7$ КОЕ/мл), они обеззараживают ее, снижая концентрацию тест-микробов на 2–7 порядка, и предохраняют воду от вторичного микробного обсеменения, а стенки сосуда – от биообрастания.

Аналитический метод контроля не обнаружил присутствия свободного ПГМГ в воде над покрытием, поэтому можно полагать, что биоцидное действие покрытия обусловлено наличием химически связанныго ПГМГ. По-видимому в водной среде необходимо некоторое время для диффузии микробов к поверхности покрытия, поэтому для полной их инактивации нужно более продолжительное время (1–24 ч), чем для растворенного в воде ПГМГ (10–15 мин). Следует отметить, что механизм биоцидного действия не растворимых в воде интерполимеров еще требует своего изучения специалистами.

Полученные результаты позволили рекомендовать раствор интерполимера ХСПЭ–ПГМГ в качестве лакокрасочного материала (лак “Интерцид”) для получения биоцидных покрытий, предназначенных для пролонгированной защиты поверхностей в воздушной и водной средах [10, 11]. В водной среде 1 см² поверхности, покрытой лаком “Интерцид”, обеззараживает воду в объеме 50 мл за 24 ч, а в объеме 100 мл – за 4 суток при концентрации микроорганизмов в воде $10^2\text{--}10^6$ КОЕ/мл. Биоцидное действие покрытия сохраняется в течение по крайней мере 1 года (срок наблюдения).

В заключение следует отметить, что интерполимерам на основе ХСПЭ и азотсодержащих полимеров присущи общие свойства: улучшение деформационно-прочных характеристик и сохранение специфических свойств каждого из гомополимеров.

Эти свойства обусловлены строением интерполимеров, макромолекулы которых можно уподобить елочной гирлянде, состоящей из двух ветвей, скрепленных в отдельных точках межцепными связями C–N. Число межцепных связей составляет не более 3% от общего числа функциональных групп каждого из полимеров; благодаря их образованию повышается механическая прочность и снижается деформируемость интерполимерных пленок по сравнению с гомополимерами. Остальные

~97% функциональных групп каждого из гомополимеров входят в состав интерполимера в неизменном виде и придают ему свои специфические свойства: ПЭИ – электропроводность, ПГМГ – биоцидность, ХСПЭ – адгезию и водостойкость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воинцева И.И., Гильман Л.М., Валецкий П.М. // Высокомолек. соед. А. 1997. Т. 39. № 11. С. 1767.
2. Ронкин Г.М. Хлорсульфирированный полиэтилен. М.: НИИНЕФТЕХим, 1977.
3. Воинцева И.И., Хранина Т.И., Гембицкий П.А., Зотова В.И., Тишкова Н.Ю., Данилина Н.И. // Лакокрасочные материалы. 1994. № 1. С. 23.
4. Гембицкий П.А., Жук Д.С., Каргин В.А. // Полиэтиленимин. М.: Химия, 1971.
5. Гембицкий П.А., Бокша Л.Ф., Болденков Г.Ф., Мурмыло С.И., Жук Д.С. // Хим. пром-сть. 1984. № 2. С. 82.
6. Воинцева И.И., Аскадская Е.А., Казанцева В.В. // Высокомолек. соед. А. 1990. Т. 32. № 10. С. 2081.
7. Коршак В.В., Супрун А.П., Воинцева И.И., Евстифеева И.И., Слонимский Г.Л., Аскадский А.А. // Высокомолек. соед. А. 1987. Т. 29. № 6. С. 1257.
8. Воинцева И.И., Евстифеева И.И., Ларина Т.А. // Высокомолек. соед. Б. 1990. Т. 32. № 12. С. 941.
9. Kitawaki R., Shorai K. // Bull. Chem. Soc. Jpn. 1968. V. 41. P. 1461.
10. Пат. 2055844 Россия // Б.И. 1996. № 7.
11. Зотова В.И., Тишкова Н.Ю., Афанасьевна М.И., Буткова О.Л., Хорошева Е.В., Данилина Н.И., Гильман Л.М., Хранина Т.И., Воинцева И.И. // Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физкультуры. 1993. № 6. С. 35.

Interpolymers Exhibiting Specific Properties Prepared from Chlorosulfonated Polyethylene and Nitrogen-Containing Polymers

I. I. Vointseva, L. M. Gil'man, and P. M. Valetskii

Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds, Russian Academy of Sciences,
ul. Vavilova 28, Moscow, 117813 Russia

Abstract—The specific features of interpolymer reactions occurring during the interaction of chlorosulfonated PE and poly(ethylenimine) or poly(hexamethyleneguanidine) were studied; the methods of obtaining coatings from the synthesized interpolymers were developed. Films based on poly(ethylenimine) interpolymers possess an electrical resistivity which is two–seven of orders of magnitude lower than that of chlorosulfonated PE films. Films based on poly(hexamethyleneguanidine) interpolymers show high biocide and algicide activities and may be used for water decontamination.