

УДК 541(64+49):547.995.12

ПОЛУЧЕНИЕ И СВОЙСТВА ПЛЕНОК ХИТОЗАНА И ПЛЕНОК ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТНЫХ КОМПЛЕКСОВ ХИТОЗАНА И КАРБОКСИМЕТИЛХИТИНА¹

© 1998 г. Е. П. Агеев*, Г. А. Вихорева**, Л. С. Гальбрайх**, Н. Н. Матушкина*,
Е. М. Чайка***, И. В. Яминский*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова.

Химический факультет

119899 Москва, Воробьевы горы

**Московская государственная текстильная академия им. А.Н. Косыгина
117918 Москва, Малая Калужская ул., 1

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

Поступила в редакцию 18.11.97 г.

Принята в печать 26.01.98 г.

Изучена зависимость механических, сорбционных и транспортных свойств мембран на основе хитозана и комплексов хитозана с карбоксиметилхитином от строения полимера и особенностей изменения его структуры в результате водно-температурной обработки. Показано, что селективность хитозановых пленок при первапорационном разделении водно-изопропанольных смесей возрастает с увеличением степени дезацетилирования полимера, а селективность пленок на основе комплексов хитозана с карбоксиметилхитином повышается по мере приближения их состава к стехиометрическому и в результате проведения водно-температурной обработки.

ВВЕДЕНИЕ

Полисахариды стереорегулярного строения, характеризующиеся относительной жесткостью цепей, сильными межмолекулярными взаимодействиями и способностью образовывать прочные пленки, представляют интерес для создания на их основе мембран для жидкофазного разделения. Высокая гидрофильность и гемосовместимость обуславливают целесообразность их использования для разделения водно-органических смесей, а также для гемодиализа. Полисахарид хитозан наряду с полярными гидроксильными группами содержит реакционноспособные аминогруппы, что открывает дополнительные возможности для его модификации. Использование хитозановых и модифицированных хитозановых пленок в качестве мембран при первапорационном разделении водно-спиртовых смесей описано в литературе [1–4].

Чрезвычайно высокой селективностью характеризуются мембранны на основе полиэлектролитных комплексов (ПЭК), обладающих специфической структурой, стабилизированной системой ионных и водородных связей [5]. На наш взгляд, особый интерес представляет использование пленок ПЭК на основе двух производных хи-

тина – полиоснования хитозана и поликислоты карбоксиметилхитина (КМХТ), содержащих примерно равные количества различных по заряду ионогенных групп с фиксированным положением в элементарных звеньях макромолекул, что обеспечивает их высокую стерическую комплементарность. Цель настоящей работы – сравнительное изучение свойств пленок хитозана и ПЭК хитозана с КМХТ.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В работе использовали образцы хитозана с $M \sim 1.9 \times 10^5$ и 5.5×10^5 и степенью дезацетилирования 0.80 и 0.87 соответственно. КМХТ, синтезированный и охарактеризованный согласно работам [6, 7], имел значение СЗ 1.17 по карбоксиметильным и 0.85 – N-ацетильным группам, а также $M \sim 6 \times 10^4$.

Пленки хитозана толщиной 50 ± 10 мкм получали высушиванием 3%-ных (по массе) растворов уксуснокислого хитозана на ПЭ-подложке при 20–25°C в течение 2–3 суток. Перевод пленки из солевой (уксуснокислой) формы в форму основания (С- и О-формы соответственно) осуществляли обработкой 1 М раствором NaOH в течение 1 ч при модуле 30 мл/г с последующей промывкой пленки дистиллированной водой до нейтральной реакции.

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (код проекта 97-03-32060).

Влияние состава и температурно-водных обработок на набухание и прочность пленок из хитозана и полиэлектролитных комплексов хитозана и КМХТ

Пленка	Степень набухания, %**						Механические свойства***		
	пары воды	вода	0.5 M NaCl	0.1 M NaOH	0.1 M HCl	изопропиловый спирт	σ_p , МПа	ε_p , %	E , ГПа
О-Хитозан	74	82	80	88	Растворение	13	139/29	42/224	2.0/0.02
О-Хитозан (T)	70	76	68	52	»	10	—	—	—
С-Хитозан	140	Растворение	118	102	»	25	136	29	2.0
С-Хитозан (T)*	120	»	—	98	»	23	—	—	—
ПЭК-4	170	1700	344	357	»	100	—	—	—
ПЭК-4 (T)	94	780	—	—	—	90	140	11	2.0
ПЭК-4 (3T)	—	324	278	331	453	34	—	—	—
ПЭК-2	128	1000	247	490	Растворение	36	150	11	1.8
ПЭК-2 (T)	82	500	217	311	438	24	—	—	—
ПЭК-1	110	250	207	556	Растворение	10	—	—	—
ПЭК-1 (T)	80	100	96	—	—	5	157/6	10/30	3.4/0.01
ПЭК-1 (3T)	66	72	80	374	301	—	—	—	—
ПЭК-0.5	—	220	—	Диспергирование	Растворение	18	—	—	—

* Степень протонирования аминогрупп 0.5 и 0.2 у непрогретой и прогретой пленки соответственно. Степень набухания этих пленок рассчитывали без учета вымывания муравьиной кислоты.

** Время выдерживания пленок в парах воды ($p/p_0 = 1$) 24 ч, в других средах – 1 ч.

*** В числителе – свойства воздушно-сухих пленок, в знаменателе – набухших в воде.

Пленки ПЭК получали по методике [2] высушиванием на ПЭ-подложке при 20–25°C смесей 1%-ных растворов хитозана с $M \sim 5.5 \times 10^5$ и КМХТ в 3%-ной муравьиной кислоте с последующим вакуумированием сухих пленок в течение 1–2 суток и промывкой их дистиллированной водой до нейтральной реакции. В ряде опытов перед промывкой водой пленки подвергали термообработке при 100°C в течение 1 ч. В отдельных случаях проводили циклическую водно-температурную обработку. Пленки сушили в свободном или фиксированном состоянии при комнатной температуре.

Состав пленок ПЭК, выраженный в виде отношения $Z = [\text{NH}_3^+]/[\text{COO}^-]$ (осново-моль/осново-моль), варьировали в интервале 0.5–4, учитывая, что концентрация исходных 1%-ных растворов хитозана и КМХТ равнялась 5×10^{-2} и 3.8×10^{-2} осново-моль/л соответственно. Ниже (см. таблицу) в обозначении пленок ПЭК цифра указывает на его состав (Z), а буква Т – на прохождение пленкой водно-температурной обработки (например,

ПЭК-1 (3T): $Z = 1$, тройная водно-температурная обработка). Поскольку при обработке водой происходило сильное набухание, а при последующей сушке в фиксированном состоянии – существенное уменьшение толщины пленок ПЭК всех составов кроме ПЭК-1, исходные пленки формировали таким образом, чтобы они были более толстыми (100–200 мкм). Важно отметить, что это уменьшение толщины пленок не являлось результатом вымывания какого-либо компонента, так как, по данным элементного анализа, в частности, грамм-атомного соотношения C : N, содержание хитозана и КМХТ соответствовало содержанию их в формовочных смесях.

Элементный состав определяли на CHNS-анализаторе EA 1108 ("Carlo Erba"). ИК-спектры пленок записывали на спектрофотометре "Specord M-80" ("Carl Zeiss", Jena). Степень набухания пленок В в воде, водных растворах и водяных парах рассчитывали по данным весового анализа после выдерживания их в парах или жидкой среде в течение заданного времени при $20 \pm 1^\circ\text{C}$ и удаления избытка жидкости с поверхности пленки фильтро-

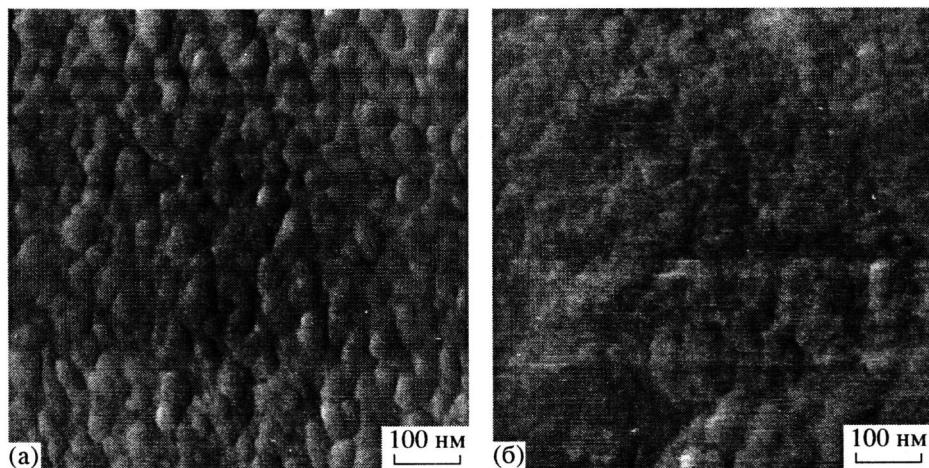


Рис. 1. Вид поверхности пленок хитозана (а) и ПЭК-1 (б) по данным атомно-силовой микроскопии.

вальной бумагой или центрифугированием при 5000 об/мин в течение 3 мин, что давало практически совпадающие результаты. Величину B вычисляли с учетом кондиционной влажности пленок w по формуле $B = 100 \{ [100(m_2/m_1 - 1) + w]/(100 - w) \}$, где m_1 и m_2 – массы пленок до и после набухания.

Механические свойства воздушно-сухих (равновесное влагосодержание 8–15%) пленок изучали в условиях одноосного растяжения при 18–20°C и скорости растяжения образцов 10 мм/мин. По деформационно-прочностным кривым определяли величины условного (в расчете на размеры воздушно-сухого образца до деформации) напряжения σ_p и деформации ε_p при разрыве и модуля упругости E .

Изображение поверхности пленок получали методом атомно-силовой микроскопии [8] при скорости сканирования 10 Гц и силе взаимодействия зонда с исследуемой поверхностью $\sim 10^{-9}$ Н.

Эксперимент по первапорации проводили в режиме испарения жидкости через полимерную мембрану в вакуум. Модельной водно-органической системой служила смесь изопропиловый спирт–вода во всем диапазоне концентраций. Состав растворов анализировали рефрактометрическим методом (погрешность определения ± 0.2 мас. %). Для приготовления растворов использовали дистиллированную воду и реагенты квалификации х. ч.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По внешнему виду сухие пленки ПЭК не отличаются от хитозановой, характеризуются прозрачностью и имеют ровную поверхность, хотя в ходе высушивания смесей растворов хитозана и КМХТ наблюдали их временное помутнение, наиболее сильно выраженное у смесей стехиометрического состава, что свидетельствует о фазовом разделении в этих системах. Изучение поверхности полученных пленок методом атомной

силовой микроскопии показало отсутствие в них видимых пор и структурных неоднородностей (рис. 1). Отсутствие сквозных пор в воздушно-сухих пленках подтверждается также их непроницаемостью по отношению к воздуху в условиях испытания на герметичность первапорационной установки.

Как видно из данных рис. 2, все изученные пленки характеризуются очень высокими скоростями набухания в воде. Равновесная² степень набухания пленок ПЭК в парах воды и водных растворах существенно зависит от полноты включения ионогенных групп хитозана и КМХТ в солевые связи и степени релаксации внутренних напряжений, поэтому их набухание определяется величинами Z и зависит от наличия или отсутствия дополнительных водно-температурных обработок (рис. 3, таблица). У пленок ПЭК, промытых водой до нейтральной реакции промывных вод, величины набухания в воде составляют сотни процентов, и они резко увеличиваются с повышением Z , т.е. содержания хитозана в ПЭК. У пленок, подвергнутых повторным обработкам водой с промежуточным высушиванием, степень набухания несколько снижается (рис. 3, кривая 3). Значительно более существенное снижение набухания происходит в ходе циклических водно-температурных обработок (рис. 3, кривые 1, 2 и 4). Важно отметить, что сильное набухание в воде пленок ПЭК, не подвергнутых термообработке, сопровождается их помутнением, а термообработанные и менее набухающие в воде пленки остаются почти прозрачными. Все это свидетельствует о том, что свежесформованные пленки ПЭК являются криптохетерогенными материалами,

² Точнее, квазивесенняя, так как для неотрелаксированных пленок термодинамические величины носят “эффективный” характер.

которые, как известно [9], в сухом состоянии лишены пористости, но при погружении в жидкости, вызывающие их пластификацию и частичное расстекловывание, сильно набухают и восстанавливают развитую пористую структуру.

Снижение набухаемости пленок ПЭК в результате температурно-водных обработок обусловлено, во-первых, протеканием релаксационных процессов и уменьшением внутренних напряжений, во-вторых, протеканием химических превращений, приводящих к снижению содержания заряженных групп. К таким превращениям относятся реакции дегидратации межмолекулярных солевых связей и муравьинокислых аминогрупп по схемам $\sim\text{COO}^+\text{NH}_3\sim \longrightarrow \sim\text{CONH}\sim + \text{H}_2\text{O}$ и $\text{HCOO}^+\text{NH}_3\sim \longrightarrow \text{HOCHN}\sim + \text{H}_2\text{O}$ и образования в частицах ПЭК сшивок (ковалентными амидными связями) и формамидных групп соответственно. Возможность протекания подобных реакций показана на примере полиамфолита карбоксиметилхитозана в виде внутренней соли [10] и ПЭК, образованных полиакриловой кислотой и полиэтиленимином [11]. Увеличение интенсивности поглощения в области 1700–1500 cm^{-1} в ИК-спектрах прогретых пленок ПЭК, а также нерастворимость последних в кислых водных средах подтверждают справедливость предположения о протекании в них указанных реакций.

Естественно, что изменение структуры пленок ПЭК в результате термообработок и частичной сшивки существенно влияет на их растворимость в различных средах. Как видно из данных таблицы, термически необработанные пленки ПЭК всех составов растворяются в кислых средах. Закономерно, что наименьшим набуханием в воде, растворах NaCl и изопропилового спирта обладают пленки из ПЭК стехиометрического состава. Разрушение ПЭК на основе хитозана в щелочных средах не приводит к полному растворению пленок, так как хитозан не растворяется в этих условиях, однако при уменьшении доли хитозана в ПЭК их набухание закономерно увеличивается в щелочной среде. Пленки из частично сшитых ковалентными связями ПЭК во всех средах набухают меньше.

Изменение механических свойств пленок коррелирует с их сорбционной способностью. Так, по мере приближения состава пленок ПЭК к стехиометрическому и понижения их сорбционной емкости происходит незначительное, но закономерное повышение прочности и жесткости пленок (таблица). Кривые растяжения воздушно-сухих хитозановых пленок в О- и С-формах характеризуются наличием участков упругой и вынужденной эластической деформации, сопровождающейся при $\varepsilon \sim 7\text{--}10\%$ образованием на деформируемом образце "шейки" [12], а пленки ПЭК разрушаются по хрупкому механизму. Хитозано-

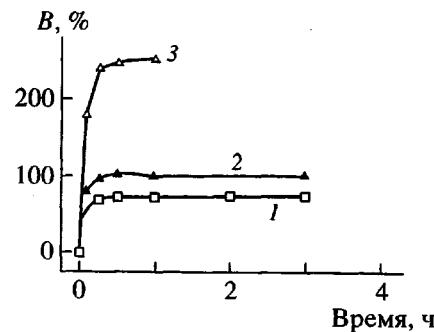


Рис. 2. Кинетика набухания в воде пленок хитозана (1), ПЭК-1(Т) (2) и ПЭК-1 (3).

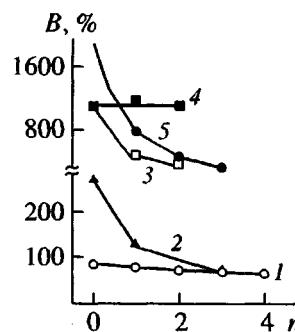


Рис. 3. Степень набухания в воде пленок хитозана (1), ПЭК-1 (2), ПЭК-2 (3, 4) и ПЭК-4 (5), подвергнутых циклическим водным (4) и водно-температурным (1–3, 5) обработкам. n – количество обработок.

вые пленки характеризуются большей деформируемостью в момент разрыва, однако достаточно высокий показатель разрывного удлинения (~10%) и у пленок ПЭК. Пленка ПЭК-1(Т) наряду с высокой прочностью характеризуется наибольшим показателем модуля упругости, т.е. жесткости структуры. Показатели деформационно-прочностных свойств пленок на основе хитозана, сформированных в изученных условиях, находятся на уровне лучших образцов неориентированных хитозановых пленок [13, 14]. Вместе с тем полученные данные свидетельствуют о различиях в структуре изученных пленок. Так, можно утверждать, что наличие системы ионных и водородных связей в ПЭК хитозана с КМХТ обеспечивает формирование более жесткой по сравнению с хитозаном, напряженной и хрупкой структуры. Как видно из таблицы, набухшие в воде пленки хитозана и ПЭК-1(Т) характеризуются высокой пластичностью и значительно более низкими величинами разрывного напряжения, которые тем не менее обеспечивают возможность их практического применения.

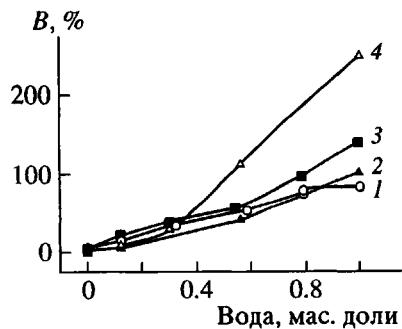


Рис. 4. Изотермы набухания в смесях вода–изопропиловый спирт пленок хитозана (1), ПЭК-1(Т) (2), ПЭК-2(Т) (3) и ПЭК-1 (4).



Рис. 5. Диаграммы разделения (1–4) и плотности потоков J (1'–4') в условиях первапорации смесей вода–изопропиловый спирт через пленки ПЭК-1(3Т) (1, 1'), ПЭК-1(Т) (2, 2'), ПЭК-0.5 (3, 3') и ПЭК-2(Т) (4, 4').

Степень набухания полимеров в бинарных растворителях не всегда отражает сродство полимера к индивидуальным компонентам, тем не менее изучение этого процесса позволяет получить полезную информацию о поведении мембран. Изотерма набухания хитозановой пленки (рис. 4) близка к таковой, рассчитанной по правилу аддитивности, а изотермы пленок ПЭК имеют отрицательное отклонение от аддитивности. Такое поведение пленок позволяет предположить, что в условиях первапорационного разделения водно–изопропанольных смесей их свойства будут существенно различаться.

При рассмотрении данных о транспортных свойствах полученных мембран (рис. 5), можно сделать вывод, что наибольшей селективностью при первапорационном разделении водно–изопропанольных смесей обладают термообработанные пленки из ПЭК-1 (кривые 1 и 2), что вполне коррелирует с их большей жесткостью и меньшим набуханием в разделяемых жидким компонентах (таблица). Возвращаясь к анализу изотерм набухания пленок в водно–изопропанольных смесиях, следует связать вогнутый характер ука-

занных кривых для отрелаксированных и частично сшитых пленок ПЭК-1(Т) с тем, что в них формируются более узкие транспортные каналы. Поэтому при повышении содержания воды в смесях с изопропанолом меньшее набухание этих пленок обеспечивает большую стабильность транспортных каналов в них и соответственно большую селективность. Пленки ПЭК-2(Т) и ПЭК-0.5, содержащие по сравнению с пленками ПЭК-1(Т) избыток одного из полиэлектролитов и, следовательно, меньшее количество солевых связей и ковалентных сшивок, обладают меньшей селективностью (рис. 5, кривые 3 и 4). При этом обогащенный КМХТ с неионизованными карбоксильными группами и менее набухающий ПЭК-0.5, проявляет большую селективность, чем содержащие остаточное количество муравьино-кислых аминогрупп и более набухающие пленки из ПЭК-2(Т).

Наряду с хорошей селективностью пленки ПЭК-1(Т) и ПЭК-1(3Т) обладают достаточно высокой проницаемостью (рис. 5, кривые 1' и 2'), почти не уступая по этому показателю пленкам из хитозана, пленкам из ПЭК хитозана с поликарбоксиловой кислотой [2] и другим первапорационным мембранным [15]. Практически линейная зависимость суммарного потока от содержания воды в разделяемой смеси косвенно подтверждает относительную стабильность транспортных каналов и независимость их размеров от степени набухания мембраны. В то же время проницаемость пленок из ПЭК-0.5 и ПЭК-2(Т) (кривые 3' и 4' соответственно) нелинейно увеличивается по мере перехода к смесям, обогащенным водой, повышения степени набухания пленок и, согласно работе [2], резкого увеличения доли свободной воды.

Полученные в работе данные о механических и транспортных свойствах термообработанных пленок ПЭК-1 позволяют рассматривать их как представляющие интерес для практического использования в качестве разделятельных мембран при первапорационной осушке спиртов. В то же время следует сказать, что по разделяющей способности водно–изопропанольных смесей, обогащенных водой, пленки ПЭК хитозана и КМХТ уступают пленкам ПЭК хитозана и ПАК [2, 16]. Так, при обезвоживании смеси, содержащей 80 мас. % изопропилового спирта, коэффициенты разделения обеих мембран равны ~2000, а при разделении смесей, содержащих 60–80 мас. % воды, коэффициент разделения для изученных в данной работе пленок ПЭК хитозана и КМХТ снижается на ~2 порядка, а пленок ПЭК с ПАК – менее, чем на 1 порядок. Причина такого различия, возможно, заключается в том, что несмотря на большую стерическую комплементарность макромолекул хитозана как гидрофилизирующего полиэлектролита и КМХТ как блокирующего полиэлект-



Рис. 6. Диаграммы разделения (1–3) и плотности потоков (1'–3') в условиях первапорации смесей вода–изопропиловый спирт через пленки хитозана со степенью дезацетилирования 0.80 (1, 1'); 0.87 (2, 2') и 0.99 (3, 3') [1].

ролита, структура образующихся ПЭК характеризуется меньшей плотностью упаковки. Это происходит вследствие наличия в КМХТ двух объемных заместителей, один из которых (N-ацетильный) обладает гидрофобными свойствами, т.е. сродством к алкильному радикалу спирта. В этой связи представляется целесообразным в дальнейшей работе провести сравнительное изучение разделяющих свойств пленок ПЭК хитозана и не содержащей N-ацетильных заместителей карбоксиметилцеллюлозы, описанных в литературе [17], но не изученных в условиях первапорационного разделения водно-органических смесей.

Представляет интерес обсуждение данных о селективности хитозановых пленок, для которых также характерно, хотя и значительно меньшей степени (рис. 3, кривая 1), снижение набухания в результате релаксационных процессов при водно-температурных обработках. Как видно из данных рис. 6, хитозановые пленки, обладая повышенным сродством к воде, при первапорации также преимущественно пропускают воду, при этом их селективность существенно зависит от степени дезацетилирования хитозана, т.е. от его химической однородности. Изменение степени дезацетилирования хитозана от 0.80 до 0.99 приводит к заметному повышению селективности хитозановых пленок в процессе первапорационного разделения водно-изопропанольных смесей практических всех составов и особенно смесей, обогащенных спиртом, при разделении которых проявляется наибольшая селективность всех первапорационных мембран³. Аналогичная зависимость известна для мембран из ПВС с различной степенью ацетилирования, у которых селективность также повыш-

шается с уменьшением количества элементарных звеньев, содержащих ацетильные группы [18]. Авторы работы [18] связали эту закономерность с повышением степени кристалличности пленки, сформированной из полимера, не содержащего звеньев с ацетильными группами. Следует, однако, отметить, что достижение высокого значения степени дезацетилирования при переходе от хитина к хитозану связано с существенными экспериментальными трудностями и приводит к резкому снижению ММ полимера и, следовательно, прочности изделий из него, поэтому такой путь повышения селективности хитозановых мембран представляется технологически мало приемлемым.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Uragami T. // Sources, Chemistry, Biochemistry, Physical Properties and Applications / Ed. by Skjak-Braek G., Anthonsen T., Sandford P. London; New York: Elsevier, 1989. P. 783.
- Агеев Е.П., Котова С.Л., Скорикова Е.Е., Зедин А.Б. // Высокомолек. соед. А. 1996. Т. 38. № 2. С. 323.
- Qunhui G., Ohya H., Negishi Y. // J. Membr. Sci. 1995. V. 98. P. 223.
- Ghazali M., Nawawi M., Huang R.M. // J. Membr. Sci. 1997. V. 124. P. 53.
- Кабанов В.А. // Высокомолек. соед. А. 1994. Т. 36. № 2. С. 183.
- Гладышев Д.Ю., Вихорева Г.А., Гальбрайх Л.С. Пат. 1666459 Россия // Б.И. 1991. № 28.
- Вихорева Г.А., Гладышев Д.Ю., Базт М.Р., Барков В.В., Гальбрайх Л.С. // Cellulose Chemistry and Technology. 1992. V. 26. № 6. P. 663.
- Яминский И.В. // Российский хим. журн. 1996. Т. 40. № 1. С. 111.
- Синицына Г.М., Владавец И.Н., Ребиндер П.А. // Докл. АН СССР. Химия. 1967. Т. 175. № 2. С. 399.
- Базт М.Р., Вихорева Г.А., Гальбрайх Л.С. // Хим. волокна. 1990. № 5. С. 5.
- Эльцефон Б.С. Дис. ... д-ра хим. наук. М.: МГУ, 1990.
- Тагер А.А. Физикохимия полимеров. М.: Химия, 1968.
- Muzzarelli R.A.A. Chitin. Oxford: Pergamon Press, 1970.

³ Данные о селективности пленки со степенью дезацетилирования 0.99 приведены в работе [1].

14. Samuels R.J. // *J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed.* 1981. V. 19, № 7. P. 1081.
15. Кирш Ю.Э., Вдовин П.А., Федотов Ю.А., Семенова С.И., Платонов К.Н., Тимашев С.Ф. // Высокомолек. соед. А. 1996. Т. 38. № 2. С. 330.
16. Скорикова Е.Е., Калюжная Р.И., Вихорева Г.А., Гальбрайх Л.С., Котова С.Л., Агееев Е.П., Зе-
зин А.Б., Кабанов В.А. // Высокомолек. соед. А. 1996. Т. 38. № 1. С. 61.
17. Peniche-Covas C., Argueles-Monal W., San Roman J. // *Polym. Int.* 1995. V. 38. № 1. P. 45.
18. Nguyen Q.T., Essamri A., Ping Z.H., Neel J., Brueschke // Proc. 5th Int. Conf. Perv. Process. Chem. Ind. / Ed. by Bakish R. New Jersey, 1991. P. 67.

Preparation and Properties of Films Based on Chitosan and Polyelectrolyte Complexes of Chitosan with Carboxymethylchitin

E. P. Ageev*, G. A. Vikhoreva, L. S. Gal'braikh**,
N. N. Matushkina*, E. M. Chaika***, and I. V. Jaminsky***

* Department of Chemistry, Moscow State University,
Vorob'evy Gory, Moscow, 119899 Russia

** Moscow State Textile Academy,
Malaya Kaluzhskaya ul. 1, Moscow, 117918 Russia

*** Nesmeyanov Institute of Organoelement Compounds, Russian Academy of Sciences,
ul. Vavilova 28, Moscow, GSP-1, 117813 Russia

Abstract—The mechanical, sorption, and permselective properties of membranes based on chitosan and chitosan complexes with carboxymethylchitin were studied as dependent on the polymer structure and its changes caused by water-temperature treatment. It was shown that the selectivity of chitosan films in the pervaporation of water-isopropanol mixtures increases with an increase in the degree of the polymer deacetylation, while the selectivity of films based on chitosan complexes with carboxymethylchitin enhances as their composition approaches stoichiometric and as a result of the water-temperature treatment.