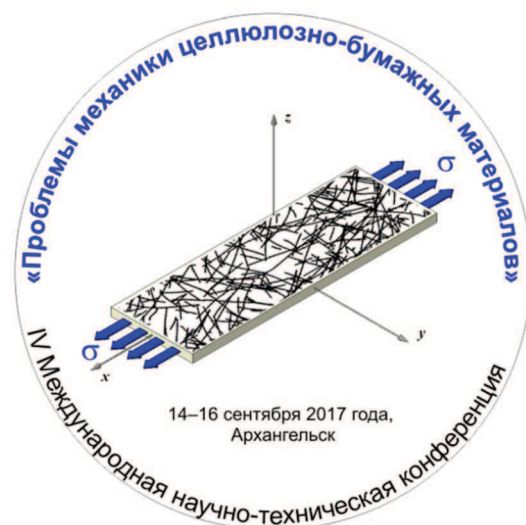




Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова»

ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИКИ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНЫХ МАТЕРИАЛОВ



МАТЕРИАЛЫ IV МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПОСВЯЩЕННОЙ ПАМЯТИ ПРОФЕССОРА В.И. КОМАРОВА

14–16 сентября 2017 г.

Архангельск
2017

УДК 676.017
ББК 35.77
П 78

Составитель – **Я.В. Казаков**

*Конференция проводится при финансовой поддержке Российского фонда
фундаментальных исследований (проект № 17-08-20431\17)*

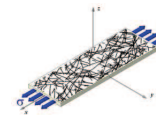
П 78 **Проблемы механики целлюлозно-бумажных материалов:**
материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. памяти про-
фессора В.И. Комарова (Архангельск, 14–16 сентября 2017 г.) /
Сев. (Арктич.) федер. ун-т им. М.В. Ломоносова. – Архангельск:
САФУ, 2017. – 377 с.
ISBN 978-5-261-01259

Представлены материалы докладов по фундаментальным и
прикладным исследованиям в области механики целлюлозно-
бумажных материалов по следующим направлениям: физические
основы и методы оценки механического поведения целлюлозно-
бумажных материалов; новые технологические решения для повы-
шения уровня механических свойств технической целлюлозы, бума-
ги и картона; перспективы развития ресурсосберегающих способов
получения бумаги и картона из рециркулируемого сырья; нанотех-
нологии в получении новых видов целлюлозы и бумагоподобных
материалов.

УДК 676.017
ББК 35.77

ISBN 978-5-261-01259

© Северный (Арктический)
федеральный университет
имени М.В. Ломоносова, 2017



ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПЛЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ АЛЬГИНАТА НАТРИЯ И ХИТОЗАНА

Н.А. Вальчук¹, О.С. Бровко¹, Т.А. Бойцова¹, И.А. Паламарчук¹, Я.В. Казаков²,
К.Г. Боголицын^{1,2}

¹Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени
Н.П. Лаверова Российской академии наук, г. Архангельск, Россия

²Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова,
г. Архангельск, Россия

Получены пленочные материалы на основе биополимеров альгината натрия, хитозана и целлюлозы. Установлено, что зависимость прочностных характеристик композиционных пленочных мембран от молекулярной массы хитозана носит экстремальный характер. Подобрана композиция пленочных материалов, позволяющая получить материалы с наилучшими физико-механическими свойствами.

PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF FILM MATERIALS BASED ON SODIUM ALGINATE AND CHITOSAN

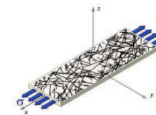
N.A. Valchuk¹, O.S. Brovko¹, T.A. Boitsova¹, I.A. Palamarchuk¹, Y.V. Kazakov²,
K.G. Bogolitsyn^{1,2}

¹N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research, Arkhangelsk, Russia

²Northern Arctic Federal University named by M.V. Lomonosov, Arkhangelsk, Russia

The film materials based on sodium alginate, chitosan and cellulose were obtained. It was established that the dependence of the deformation and strength characteristics of composite films on the molecular weight of chitosan has an extreme character. The composition of film materials with the best physico-mechanical properties was selected.

В настоящее время уделяется большое внимание проблеме утилизации отходов полимерного сырья. С каждым годом на свалках накапливается все большее количество отходов, требующих утилизации. Однако, известные методы утилизации, такие как пиролиз и сжигание, не только не решают данную проблему, но и приводят к загрязнению окружающей среды. Проблемы, связанные с утилизацией полимерных отходов, стимулируют ученых задуматься над созданием новых материалов, разлагающихся на безвредные для живой и не живой природы компоненты. Таким образом, создание новых экологически безопасных материалов на основе органических соединений, в качестве которых, как правило, используют природные полисахариды, является важной и актуальной задачей [1].



Основными полисахаридами, используемыми для производства таких материалов, в настоящее время являются целлюлоза, крахмал, хитозан и альгинат, поскольку они обладают биосовместимостью с тканями живых организмов, способностью к биодegradации по истечении срока службы, а также отсутствием токсичности. Однако, традиционные «чистые» полимеры на сегодняшний день в значительной степени исчерпали свои возможности, поэтому постоянно возникающая необходимость в материалах с новыми свойствами может быть удовлетворена только путем формирования композиционных систем, сочетающих свойства двух или более компонентов. Особый интерес в этом плане вызывает разработка новых пленочных композиционных мембран, которые нашли широкое применение в промышленных процессах диализа и первапорации, в качестве ионообменников и разделения азеотропных смесей [2].

Таким образом, целью настоящей работы является подбор условий для создания пленочных материалов на основе альгината натрия, хитозана и целлюлозы, а также изучение влияния состава композиции на структуру и свойства получаемых пленок.

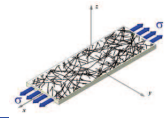
Для получения полимерных пленок применяли:

- альгинат натрия (АЛNa) с молекулярной массой (ММ) 70 кДа, выделенный из бурых водорослей Белого моря (ОАО «Архангельский опытный водорослевый комбинат»);

- хитозан (ХТ), (ЗАО «Биопрогресс», Московская обл.), выделенный из панцирей крабов и протонированный в 2 %-ной уксусной кислоте. Использовали образцы ХТ с молекулярными массами 30, 50, 100, 150, 330, 500 кДа, степенью деацетилирования 87...89 %.

- хвойную сульфатную небеленую целлюлозу (АО «Архангельский ЦБК»). Размол образцов производили в лабораторной мельнице ЦРА при концентрации массы 6 %.

Пленочные композиции получали смешением растворов АЛNa и ХТ концентрацией 2,5 г/л при эквимолярном соотношении компонентов. Для улучшения механических характеристик пленок на основе интерполимерного комплекса АЛNa –ХТ в композицию добавляли водную суспензию целлюлозы (концентрация 10 г/л), волокна которой обладают большой длиной, гибкостью и повышенной прочностью. Пленки готовились способом полива на инертную подложку (стекло, покрытое полиэтиленовой пленкой) с последующей сушкой при постоянной влажности и комнатной температуре.



Изучение прочностных и деформационных свойств пленок проводили на лабораторном испытательном комплексе, включающем разрывную машину Тестсистема-101 (г. Иваново) и ПЭВМ, с получением индикаторной диаграммы нагрузка – удлинение ($F-\Delta l$) при статических испытаниях на растяжение. Длина образцов составляла 50 мм, ширина – 25 мм, скорость испытания – 10 мм/мин. Пример получаемой диаграммы приведен на рис.1.

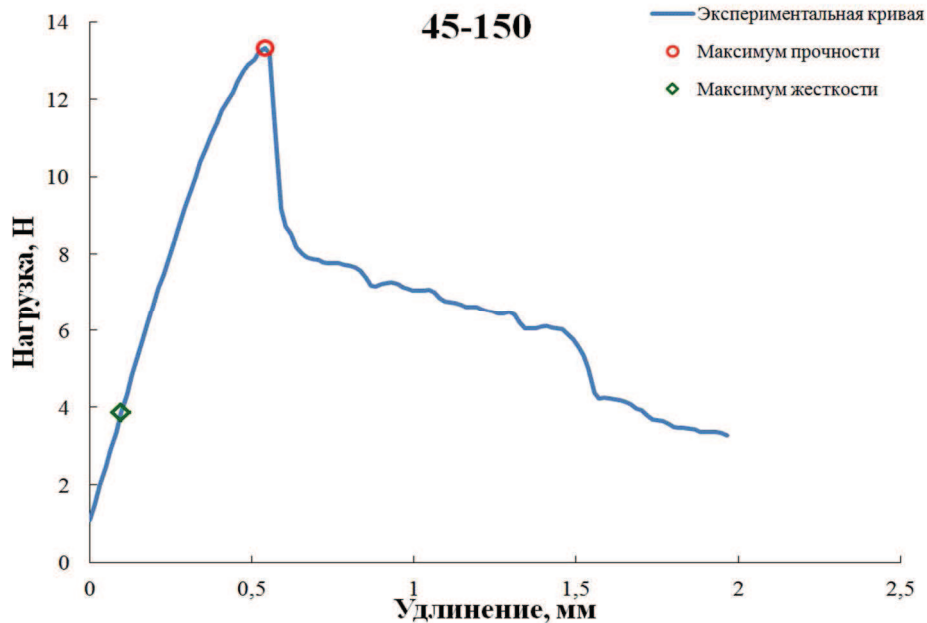


Рис.1. Пример диаграммы нагрузка-удлинение, получаемой при испытании на растяжение образцов пленочных материалов

Результаты исследований по изучению влияния содержания целлюлозы на механические свойства мембран представлены на рис. 2. Целлюлоза вводилась в композицию в количестве 5...55 %.

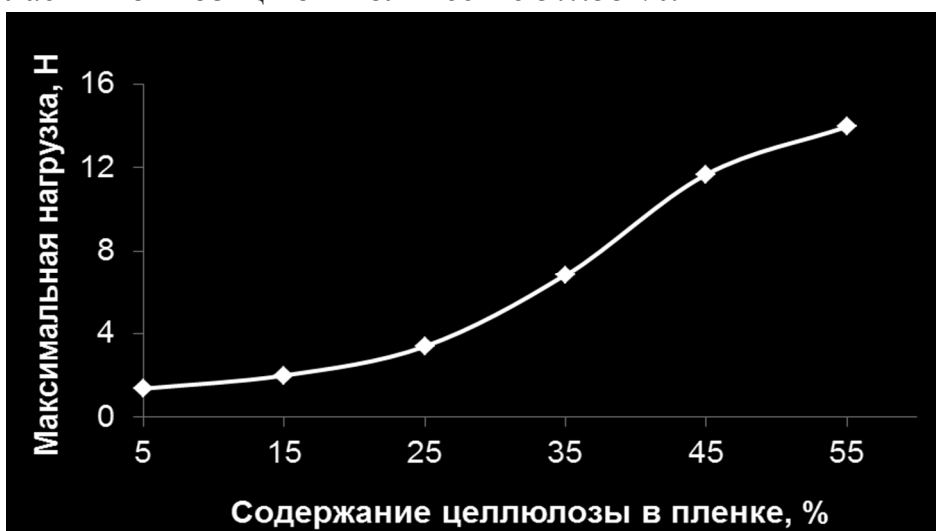
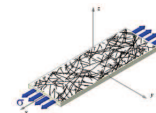


Рис. 2. Результаты испытаний на растяжение образцов пленок на основе АЛНА и ХТ с добавкой целлюлозы



Установлено, что введение целлюлозы в композицию приводит к увеличению толщины пленок и соответственно к возрастанию их прочности за счет образования самостоятельной армирующей сетки (каркаса) из волокон целлюлозы. Кроме того, остаточный лигнин в целлюлозе выступает в качестве пластификатора и позволяет снизить жесткость и хрупкость пленок. Показано, что минимальное количество целлюлозы, при котором пленки обладают необходимой прочностью, составляет 45 %, причем механическое поведение образца с содержанием целлюлозы в композиции 55 % принципиально не отличается от поведения образца с содержанием целлюлозы 45 %.

Таким образом, дальнейшие испытания по изучению влияния молекулярной массы ХТ на свойства полимерных пленок проводили с введением 45 % целлюлозы в композицию, табл. 1.

Таблица 1. Результаты испытаний на растяжение образцов пленок на основе АЛНА и ХТ с добавкой целлюлозы (45 %)

Характеристики	ММ ХТ, кДа					
	30	50	100	150	330	500
Максимальная нагрузка, Н	4,81	5,57	6,08	13,33	8,54	8,16
Удлинение до максимальной нагрузки, мм	0,442	0,605	0,342	0,540	0,970	0,867
Деформация при максимальной нагрузке, %	0,88	1,21	0,68	1,08	1,93	1,73
Максимальное напряжение, МПа	3,77	4,05	4,59	6,35	5,42	4,80
Модуль упругости, МПа	550	570	715	700	460	470
Работа до максимальной нагрузки, мДж	1,2	2,2	1,4	4,4	3,80	4,4
Жесткость при растяжении, кН/м	1400	1580	1900	2940	1460	1580

Пленки на основе ХТ с ММ 30 кДа обладают низкими показателями прочности, жесткости и растяжимости. Наиболее высокими прочностными свойствами обладают образцы пленок с ММ ХТ 150 кДа. Максимальная нагрузка для данных образцов практически в 3 раза больше по сравнению с образцами пленок с ХТ 30 кДа. Увеличение ММ ХТ до 500 кДа приводит к незначительному снижению жесткости при растяжении и растяжимости пленок по сравнению с образцом с ММ 150 кДа. На основании полученных данных можно сделать вывод, что зависимость прочностных характеристик композиционных пленочных мембран от молекулярной массы ХТ носит экстремальный характер (рис. 3), присущий большинству полимерных пленок, полученных из ХТ [3,4].

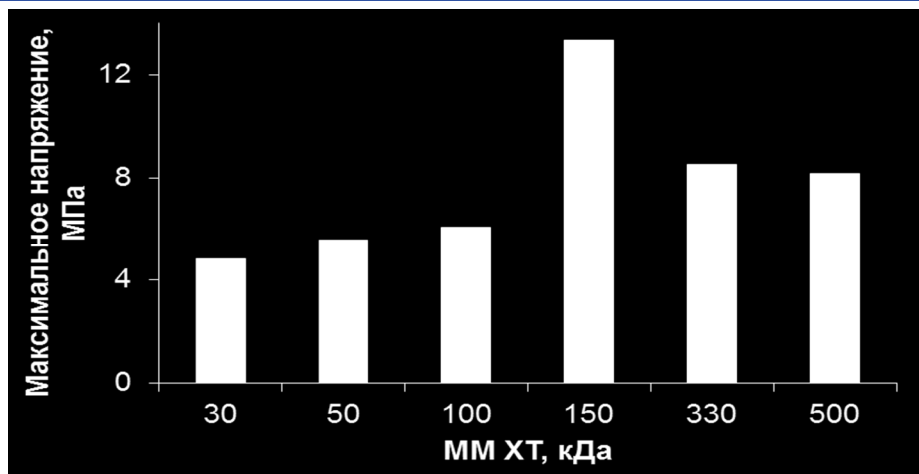
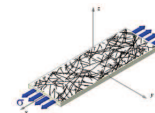


Рис. 3. Влияние ММ ХТ на растяжение образцов пленок с введением целлюлозы 45 %

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что наилучшими прочностными свойствами обладают мембраны на основе АЛНа и ХТ с ММ 150 кДа при введении в композицию 45 % целлюлозы. Показано, что деформационно-прочностные свойства пленочных композитов в значительной степени зависят от полимолекулярных характеристик исходных биополимеров. Полученные композиционные материалы на основе АЛНа и ХТ могут найти применение для решения важных задач в медицинской биохимии, прикладной экологии и химической технологии, в частности, для создания биосовместимых покрытий, а также диализных мембран.

Список литературы

1. Xiaogang L., Zhang L. Self-aligned Nanolithography by Selective Polymer Dissolution // Food Research International. 2013. V. 52. № 1. P. 387.
2. Ярославцев А.Б., Никоненко В.В. Ионообменные мембранные материалы: свойства, модификация и практическое применение // Российские нанотехнологии, 2009. № 4. С. 1–22.
3. Бровко О.С., Паламарчук И.А., Бойцова Т.А., Боголицын К.Г., Казаков Я.В., Чухчин Д.Г., Вальчук Н.А. Деформационно-прочностные свойства композиционных мембран на основе биополиэлектролитных комплексов // Химические волокна, 2015. № 4. С. 45–52.
4. Федосеева Е.Н., Алексеева М. Ф., Нистратов В.П. Физико-механические свойства пластифицированных хитозановых пленок // Заводская лаборатория. Диагностика материалов, 2009. Т. 75. № 7. С. 42–56.

Исследование выполнено при финансовой поддержке ФАНО России в рамках темы (проекта) № 0410-2014-0029 «Физико-химические основы изучения основных закономерностей фундаментального цикла «строение – функциональная природа – свойства» природных матриц арктических экосистем» и на оборудовании ЦКП КТ РФ-Арктика (ФИЦКИА РАН)