

СВОЙСТВА ПРЯДИЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ В ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЕ И ГИДРАТЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН, ПОЛУЧЕННЫХ НА ИХ ОСНОВЕ

**А. Н. Гончар, Д. Д. Гриншпан, Н. Г. Цыганкова, С. Е. Макаревич,
Т. А. Савицкая, Е. В. Шеймо**

Реальной альтернативой вязкому процессу сегодня может быть новая бессероуглеродная технология получения гидратцеллюлозных формованных изделий с использованием ортофосфорной кислоты в качестве растворителя целлюлозы. Ортофосфорная кислота доступна, имеет низкую токсичность и одновременно является хорошим растворителем для других полимеров: полиакрилонитрила, его сополимеров, поливинилового спирта, хитозана и полиамида, растворы которых совместимы с растворами целлюлозы. Благодаря этому появляется возможность изготавливать композиционные волокна и нити, сочетающие положительные свойства обоих компонентов, через их совместные растворы.

Исходя из современных представлений о постадийном протекании процесса перевода целлюлозы в растворенное состояние, нами в первую очередь, были установлены температурные и временные условия проведения начальной стадии, которая предполагает активацию целлюлозы в ортофосфорной кислоте. Результаты наших последних исследований в этой области дали возможность получать высококонцентрированные прядильные растворы целлюлозы (7–9 масс. %) с минимальной деструкцией: степень полимеризации целлюлозы в волокне составляет 400–600. Время приготовления таких растворов не превышает 2.5–4.0 ч.

Отличительной особенностью нового процесса является то, что в нем может использоваться целлюлоза различного происхождения. Нами было показано, что для получения прядильных растворов в ортофосфорной кислоте пригодны как древесная, так и хлопковая целлюлоза.

Известно, что ряд производных целлюлозы образует анизотропные растворы в широком спектре растворителей, однако для самой целлюлозы факт образования жидкокристаллических структур до сих пор не подтвержден. Есть только предположения, что структуры, обнаруженные в растворах целлюлозы в N-метилморфолин-N-оксиде [1], суперфосфорных кислотах [2], диметилацетамиде в присутствии хлористого лития [3], а также в системе трифторуксусная кислота/дихлорметан [4], являются жидкокристаллическими.

Нами было впервые зафиксировано необычное реологическое поведение концентрированных растворов целлюлозы в водной ортофосфорной кислоте [5]. Результаты реологических исследований концентрированных растворов целлюлозы в ортофосфорной кислоте указывают на наличие признаков ЖК-упорядочения в процессе сдвигового деформирования. Эти растворы оказались пригодными для формирования гидратцеллюлозных волокон с хорошими физико-механическими характеристиками (прочность 15–28 сН/текс, удлинение 20–10%, модуль упругости 600–1000 сН/текс).

Поперечный срез экспериментального образца гидратцеллюлозного волокна имеет округлую форму, характерную для поперечных срезов вискозных высокомодульных и полинозных волокон. Это коррелирует с результатами измерения модуля упругости (600–1000 сН/текс), которые значительно превышают значения модуля упругости у обычных вискозных волокон, хлопка и шерсти (200–300 сН/текс).

Для волокон и нитей, полученных по новой технологии из прядильных растворов в ортофосфорной кислоте, предложено общее название «Гринцелл» (Greencell), которое отражает экологичность процесса и его соответствие современным принципам создания новых технологий, т.е. принципам «зеленой» химии [6, 7].

Гидратцеллюлозные волокна, полученные по новой технологии из водных растворов целлюлозы в ортофосфорной кислоте оказались пригодными для изготовления образцов нетканых материалов иглопробивным способом скрепления. Для этих целей использовалась смесь гидратцеллюлозных нитей «Гринцелл» длиной резки 65 мм (70 масс. %), полиэфирного волокна с антимикробными свойствами с линейной плотностью 0,33 текс (20 масс. %), длиной резки 65 мм, и бикомпонентное волокно с линейной плотностью 0,4 текс, длиной резки 65 мм (10 масс. %).

Скрепление волокнистых холстов осуществлялось на иглопробивном стенде ИС-400 при следующих параметрах: плотность иглопрокалывания – 80 см²; глубина иглопрокалывания – 7 мм. С целью достижения стабильной поверхности, увеличения прочности нетканого материала при сохранении объемности и воздухопроницаемости образцы подвергались дополнительной обработке в термоусадочной камере при 130 °С; скорость транспортера: 0,6 м/мин.

Физико-механические свойства изготовленных опытных образцов нетканого материала представлены в таблице.

Физико-механические свойства опытных образцов нетканого материала

№ п/п	Наименование показателей	Показатели
1	Поверхностная плотность, г/м ²	164
2	Толщина, мм (при уд. нагрузке 2 кПа)	2,45
3	Разрывная нагрузка, Н	
	- в продольном направлении	63
	- в поперечном направлении	20
4	Удлинение при разрыве, %	
	- в продольном направлении	47
	- в поперечном направлении	115
5	Воздухопроницаемость, дм ³ /м ² сек	1150

Литература

1. *Laszkiewicz A.* Liquid crystal phenomena in cellulose-NMMO-H₂O system//Mol. Cryst. and Liq. Cryst. Sci. Technol., Sect. A. 2000. Vol. 353. P. 127–131.
2. *Boerstael H., Maatman H., Westerink J. B., and Koenders B. M.* Liquid crystalline solutions of cellulose in phosphoric acid//Polymer. 2001. Vol. 42, No. 17. P. 7371–7379.
3. *Conio G., Corazza P., Bianchi E., Tealdi A., and Ciferri A.* Phase equilibria of cellulose in N,N-dimethylacetamide/LiCl solutions//J. Polym. Sci., Polym. Lett. Ed. 1984. Vol. 22. No. 5. P. 273–277.
4. *Patel D. L. and Gilbert R. D.* Lyotropic mesomorphic formation of cellulose in trifluoroacetic acid-chlorinated-alkane solvent mixtures at room temperature//J. Polym. Sci., Polym. Phys. Ed. 1981. Vol. 19. No. 8. P. 1231–1236.
5. *Гриншпан Д.Д., Гончар А.Н., Цыганкова Н.Г., Макаревич С.Е., Савицкая Т.А., Шеймо Е.В.* Реологические свойства концентрированных растворов целлюлозы и ее смесей с другими полимерами в ортофосфорной кислоте // Инженерно-физический журнал. 2011. ТОМ 84, № 3. С. 548-553.
6. *Гончар А.Н., Гриншпан Д.Д., Макаревич С.Е., Цыганкова Н.Г., Шеймо Е.В.* Решение проблемы сточных вод вискозного производства – это создание альтернативной технологии без применения сероуглерода // Вода, изменение климата и здоровье человека: Материалы Междунар. молодеж. форума (25-26 ноября 2009 г.) / Ред. кол.: Т.А. Савицкая [и др.]. 2010. С. 131-136.
7. *Гончар А.Н., Гриншпан Д.Д., Макаревич С.Е., Цыганкова Н.Г., Шеймо Е.В.* «Зеленое» решение проблемы сточных вод в новой технологии получения гидрат-целлюлозного волокна // Эл. сб. работ Международного молодежного форума "Мир водных технологий". Минск. 2010.