

7. CIE International Commission on Illumination, Recommendations on Uniform Color Spaces, Color-Difference Equations, Psychometric Color Terms, Supplement No. 2 to CIE Publication No. 15, Colorimetry, 1971 and 1978.

8. HunterLab [Electronic resource] : Hunter Associates Laboratory. – URL: <https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/> (date of access: 17.09.2025).

УДК 677.862:37.08:677.84

## Получение эфира целлюлозы и применение его в текстильной промышленности

**Набиева И. А.<sup>1</sup>, д.т.н., проф.,  
Исхакова Д. Ш.<sup>1</sup>, докторант,  
Суярова Х. Х.<sup>2</sup>,  
зав. лабораторией**

<sup>1</sup>Ташкентский институт  
текстильной и легкой  
промышленности, г. Ташкент,  
Республика Узбекистан  
<sup>2</sup>«CHEMISTRY INTERNATIONAL»  
МСНУ ОҚ, г. Навоий,  
Республика Узбекистан

*Реферат.* В данной работе приведены исследования по получению водорастворимого эфира гидроксипропил-метилцеллюлозы из хлопковой целлюлозы на основе щелочного метода, для применения в качестве загущающего компонента печатной краски с целью печатания текстильных материалов активными красителями. Из щелочной целлюлозы при дальнейшем реагировании её с метилхлоридом и пропиленоксидом получен эфир гидроксипропил-метилцеллюлозы. Проведен анализ показателей ИК-Фурье спектроскопии химического строения эфира целлюлозы. Оценены такие характеристики ГПМЦ, как белизна, прозрачность, температура геля, содержание золы и Ph. Для проведения экспериментальных анализов отобраны пробы из 5 различных по структуре образцов готового порошка, вязкость которых отличается. Для дальнейших исследований данного эфира в качестве загустителя для печатания х/б тканей активными красителями одностадийным запарным и термофиксационным способами отобран образец №5. Для печатания использовался активный краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>-Кр-Т-Х (ДХТА). По традиционной технологии приготовлен загуститель на основе альгината натрия в виде 8 % раствора. Вязкость такой концентрации раствора альгината натрия приравнивается к 1 % раствору водорастворимого эфира. Тем самым доказывается экономичность использования данного эфира в качестве загустителя для печатания текстильных материалов активными красителями.

*Технические свойства образцов, напечатанных на основе предлагаемого загустителя сопоставимы с характеристиками образцов, напечатанных на основе альгината натрия.*

*Ключевые слова:* хлопковая целлюлоза, простой эфир, метоксигруппы, гидроксигруппы, загуститель, печать.

Эфир целлюлозы – это производные целлюлозы, получаемые путем химической модификации гидроксильных групп. В частности, ГПМЦ обладает уникальными свойствами, такими как растворимость в воде, плёнообразующая способность, адгезия, что делает его перспективным для использования в текстильной промышленности, в частности для печати тканей. Физико-химические характеристики гидроксипропилметилцеллюлозы (ГПМЦ) различаются в зависимости от источника его получения. Так, например, эфир полученный из целлюлозы бамбука может отличаться степенью замещения и молярного замещения гидроксидных и пропиленовых групп от эфира, полученного из хлопковой целлюлозы [1, 2]. На данном этапе развития химической промышленности исследуемый эфир получают из таких веществ как сахарный тростник, в этом случае увеличивается степень замещения на 1,2, из целлюлозы бамбука тунга в реакции с 25%-м раствором едкого натрия при 70 °С в течение 3 ч, с замещением 3,32 [3–5]. Существуют абсолютно новые технологические методы получения ГПМЦ методом облучения электронным пучком [6]. Несмотря на широкий спектр возможности получения ГПМЦ из различных веществ, каждый из них имеет свои недостатки, а именно дороговизна самого технологического процесса, импорт сырьевого компонента, а самое важное – химическая структура и степень замещения полученного продукта. Так, одним из наиболее экономических и доступных способов получения ГПМЦ является образование его из хлопкового линта, особенно это высоко экономически эффективно для местностей с развитой сельскохозяйственной инфраструктурой.

Одним из основных способов художественно-колористического оформления изделий различного назначения является текстильная печать. Технологии печати разнообразны, но все они преследуют общую цепочку: приготовление печатной краски, нанесение печатной краски на поверхность ткани, фиксация красителя. На основе загустителей, образующих внутреннюю пространственную структуру красок, приготавливаются загустки, под которыми принято понимать высокоструктурированные дисперсные системы (или растворы полимеров), способные к неограниченному смешению с растворами красителей и текстильно-вспомогательных веществ с образованием устойчивых печатных композиций. С экологической точки зрения важным свойством загустителей является степень их биологической расщепляемости в сточных водах. На данном этапе развития текстильной отрасли в качестве загущающих компонентов применяют различные производные целлюлозы синтетического происхождения, такие как КМЦ, ПВА и др. Печатная краска должна обладать

вязкой консистенцией для удержания четкости контуров рисунка. Эфиры целлюлозы обладают свойствами, соответствующими требованиям, предъявляемым к загустителям для печатания текстильных материалов. Эффективность применения эфиров целлюлозы заключается в их простоте эксплуатации на стадии приготовления печатной краски [7–13]. Также следует отметить, что ГПМЦ обладает высокой биоразлагаемостью, что в свою очередь оказывает положительный эффект на процесс производства. Существующие загустители для печатания текстильных материалов обладают рядом недостатков, одним из которых является их дороговизна, так как в основном это импортный материал – альгинат натрия, плохая биоразлагаемость, затруднение процесса промывки. В связи с этим основной задачей данного исследования является исследование возможности применения ГПМЦ образованной из щелочной целлюлозы в качестве загустителя для печатания текстильных материалов с высоким экономическим и экологическим эффектом.

Для получения ГПМЦ используется хлопковый линт, щелочь натрия –  $NaOH$  (белое твердое вещество), метилхлорид –  $CH_3Cl$  (бесцветный газ), оксид пропилен –  $C_3H_6O$ , промежуточный продукт (летучая лёгкая жидкость). Порошок целлюлозы подвергается реакции со щелочью, в результате чего образуется щелочная целлюлоза. Затем щелочная целлюлоза подвергается воздействию сырых эфиров целлюлозы с метилхлоридом при определенном давлении и температуре. Наконец, полученный продукт разделяется, промывается, сушится и измельчается.

Глубоко структурный анализ и полученные достоверные результаты ИК-Фурье спектроскопическим методом, с разрешением  $2\text{ см}^{-1}$  демонстрируют наличие -гидрокси, -метил и -пропил радикалов в структуре эфира (рис. 1) [14].

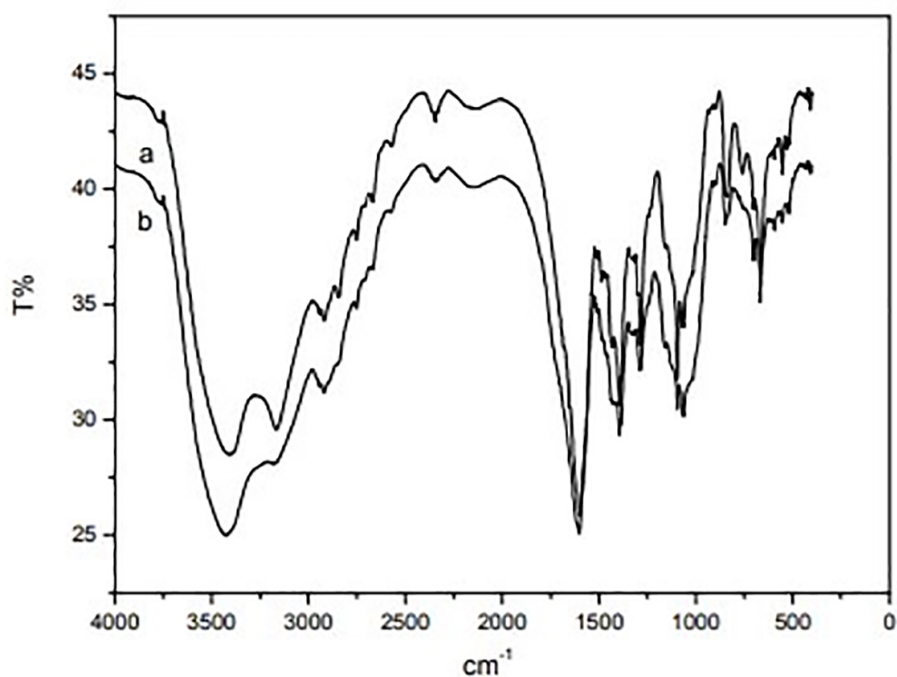


Рисунок 1 – ИК спектральный анализ ГПМЦ

ИК-спектроскопией, определены характерные пики на кривых ГПМЦ. Колебания характерные  $-OH$ ,  $2918\text{ см}^{-1}$  – валентные колебания  $-CH_2$ ,  $2837\text{ см}^{-1}$  – валентные колебания  $-CH_3$  и  $1394\text{ см}^{-1}$  – деформирующие колебания  $-CH_3$ . Характерные метильные пики ясно указывают на это.  $-OH$  частично присоединен к метилу. Полоса поглощения при  $1067-1136\text{ см}^{-1}$  была отнесена к пикам  $-C-O-$  и  $-C-C-C-$  на первичных и вторичных гидроксилах.

Для отбора и дальнейшего применения у 5 различных образцов ГПМЦ, полученного из хлопковой целлюлозы, исследованы качественные показатели, в лабораторных условиях, которые приведены в таблице 1.

**Таблица 1 – Качественные технические показатели полученного ГПМЦ**

Образец №	<i>Ph</i>	Влажность, %	Содержание золы, %	Белизна, %	Пропускание света, %
1	8,5	5,45	2,731	60,2	68,1
2	8,2	6,23	2,999	62,5	74,2
3	8,4	5,04	3,331	61,8	73%
4	7,8	4,53	2,216	65,02	71,5
5	8,74	5,21	2,04	67,54	73,5
Ts 31285522-001-2024	4–8	-	≤6,0 %	≥72,0 %	≥60,0 %

Как видно из таблицы 1 каждый образец ГПМЦ соответствует предъявляемым требованиям для порошков ГПМЦ Ts 31285522-001-2024. Вязкость образцов варьируется в пределах от 98280 кПа до 154958 кПа. Сравнительный анализ вязкости традиционного загустителя альгината натрия с исследуемым эфиром в концентрациях 1–8 % показал, что вязкость эфира целлюлозы в 7–8 раз выше вязкости 1 % раствора альгината натрия.

При печатании х/б тканей использован активный краситель BEZEMA ROT S-3B150 RED ACTIVE (X) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>-Кр-Т-Х (ДХТА); альгинат натрия – коричневый порошок ( $C_6H_7O_6Na$ )<sub>n</sub>, мочевины – карбамид, бесцветное кристаллическое вещество  $H_2NCONH_2$ , бикарбонат натрия – белое кристаллическое вещество  $NaHCO_3$ , ПАВ – поверхностно-активные вещества неионогенного происхождения. Печатание хлопчатобумажной ткани проводилось по одностадийному способу с фиксацией красителя в запарном зрельнике (и термофиксацией), проведенной по следующей последовательности:

1. Нанесение на ткань печатного состава.
2. Сушка ткани в печатной сушилке.
3. Фиксация активных красителей на ткани при печатании: запарным способом – обработка в среде насыщенного пара при температуре 102–105 °С в течение 4–5 мин; (при термофиксации 150 °С в течение 4 минут в сушильном агрегате). Промывка тканей в промывном аппарате.

Исследованы физико-технические показатели напечатанных образцов на основе

традиционного загустителя и водорастворимого эфира целлюлозы, результаты которых приведены в таблице 2.

**Таблица 2 – Физико-технические показатели напечатанных образцов**

Образец	Устойчивость к мылу	Устойчивость к поту	Четкость контура, %
Альгината натрия	4/3/3,5	4/4,5/4	92,12
Эфира целлюлозы	4,5/4/4	4,5/4,5/5	92,16

Как видно из результатов таблицы напечатанные образцы на основе простого эфира целлюлозы не уступают по физико-техническим свойствам образцам полученным на основе альгината натрия. По полученным результатам исследований возможно констатировать факт применения ГПМЦ, полученного из хлопкового линта щелочным методом, в качестве загустки для печатания текстильных материалов активными красителями, не уступающими альтернативному импортному аналогу – альгинату натрия.

#### Список использованных источников

1. Muhammad Herpi Akbar, Harmita, Herman Suryadi Preparation and characterization of hydroxypropyl methylcellulose Produced from  $\alpha$ -cellulose betung bamboo (dendrocalamus asper) and it's Evaluation on gel formulation International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences Vol 12, Issue 8, 2020. – p. 156–165.
2. Kharismi RRAY, Sutriyo, Suryadi H. Preparation and characterization of microcrystalline cellulose produce from betung bamboo (Dendrocalamus asper) through acid hydrolysis. J Young Pharm 2018; 10. – p. 79–83.
3. Hutomo GS. Synthesis and characterization of cellulose derivate from Pod Husk Kakao (Theobrome cacao L.) [Sintesis dan Karakterisasi Turunan Selulosa dari Pod Husk Kakao (Theobrome cacao L.)]. Dissertation. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada; 2012.
4. Viera RGP, Filho GR, Assuncao RMND, Meireles CS, Vieira JG, Oliveira GSD. Synthesis and characterization of methylcellulose from sugar cane bagasse cellulose. Carbohydr Polym 2007; 67. – p.182–189.
5. Suryadi H, Harmita, Akbar MH, Lestari P. Characterization of hydroxypropyl cellulose produced from  $\alpha$ -cellulose betung bamboo (Dendrocalamus asper) and it's application in tablet formulation. Int J Appl Pharm 2019; 1. – p. 123–129.
6. Hong Cheng, Youjie Wang, Yanlong Hong, Fei Wu, Lan Shen Low-viscosity hydroxypropyl methylcellulose obtained by electron beam irradiation and its performance in spray drying. International Journal of Biological Macromolecules Volume 275, Part 1, August 2024, – p. 133626.
7. Текстильная печать: учебник / А. М. Киселев, Н. А. Тихомирова, Т. В. Ковалева. – Санкт-Петербург : ФГБОУВО «СПбГУПТД», 2024. – 716 с.

8. Biranchinarayan-Tosh «Synthesis and Sustainable Applications of Cellulose Esters and Ethers:A Review» // International Journal of Energy, Sustainability and Environmental Engineering. 11.2014, – Vol. 1(2). – С. 56–78.
9. Atanu Biswas, Maria do Socorro Rocha Bastos, Roselayne Ferro Furtado, Gary Kuzniar, Veera Boddu and H. N. Cheng «Evaluation of the Properties of Cellulose Ester Films that Incorporate Essential Oils» // Hindawi International Journal of Polymer Science 2020. – 8 p.
10. Nekrasova, V. N., Shcheglova T. L., Belokurova, O. A. «Effective thickeners for active dyes» // Technology of the textile industry. – 2009. – No. 2 – С. 49–52.
11. Tkalec, M.; Glogar, M.; Penava, Ž.; Forte Tavčer, P.; Kuščer, D.; Stojanoska, I. The Complexity of Colour/Textile Interaction in Digital Printing as an Integral Part of Environmental Design. Arts 2024, 13, 29. <https://doi.org/10.3390/arts13010029>.
12. Эшдавлатова, Г. Э. «Разработка эффективного состава загустителей» / Journal of Science, Research and Teaching Vol.2, – No.12, – 2023. – С.46–49.
13. Эшдавлатова, Г. Э., Амонов, М. Р. Оценка влияния компонентов загущающих композиций на результаты печатания смесовых тканей активными красителями / Журнал «Развитие науки и технологий». – 2021. – № 5. – С. 54–58.
14. Yakovleva, O. I., Sashina, E. S., Osipov, M. I., Smirnov, G. P. Non-Woven Needle Punched Material with Silver Nanoparticles from Natural Silk Fiber Waste. Fibre Chem. – 2020, 52, – p. 263–268.

УДК 677.02

## **Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом**

**Гаврилов А. В., к.т.н., доц.,  
Гаврилов Д. А., студ.**

Казанский национальный  
исследовательский  
технологический университет,  
г. Казань, Республика Татарстан,  
Российская Федерация

*Реферат.* Исследование процесса вакуумной пропитки текстильных полотен огнезащитным составом включает разработку методики, оборудования и испытания эффективности обработки. Эффективность огнезащитной пропитки оценивается по результатам испытаний на воспламеняемость и посредством оценки влияния теплового потока на образец. В статье описана экспериментальная работа по исследованию процесса пропитки полотен огнезащитным составом, проведенная на стенде, разработанном авторами в ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», приведена вакуумная схема стенда. На экспериментальном стенде проведена вакуумная пропитка трех образ-