

Введение Благодаря неограниченным сырьевым ресурсам и уникальным свойствам, использование целлюлозы для получения функциональных композиционных материалов является актуальной задачей/1/. Вместе с тем важную роль почти во всех отраслях индустрии сегодня играют наноматериалы. Среди них конструкционные материалы, высокоэффективные фармацевтические препараты, материалы в машиностроении, косметические средства, материалы оборонного назначения. В последнее время в России и за рубежом ведутся разработки материалов на основе нанокристаллической (НКЦ) и нанофибриллярной (НФЦ) целлюлозы из различного сырья. Это обусловлено тем, что наноразмерные частицы обладают высокой механической прочностью (прочность на разрыв ~ 10 ГПа, модуль упругости ~ 150 ГПа), сопоставимой с прочностью углеродных нанотрубок, что дает возможность получения сверхпрочных и сверхлегких материалов различного назначения. Проводятся исследования по направленному изменению свойств целлюлозосодержащих композиционных материалов на основе -микро и нанофибриллярной целлюлозы (МФЦ) /2-6/. В настоящее время существует несколько способов получения МФЦ с использованием механических процессов, таких как: гомогенизация при высоком давлении, размалывание/рифайнеры, криотехнология, высокоинтенсивный ультразвуковой метод получения и микрофлюидизация. В целом, эти процессы основаны на высоких скоростях сдвига, которые вызывают поперечное расщепление вдоль продольной оси микрофибриллярной структуры целлюлозы, в результате чего получают фибриллы целлюлозы. Поскольку направление и интенсивность протекающих при этом процессов зависит от состава и надмолекулярной структуры исходных целлюлозосодержащих материалов, то основной задачей данной работы являлось исследование структурных особенностей микрофибриллярных целлюлоз, полученных методом интенсивной механической обработки из различного сырья. Получение микрофибриллярных целлюлоз В качестве исходного материала для получения МФЦ были использованы белая древесная целлюлоза ГОСТ 9571-89, льняное волокно и хлопковая целлюлоза ГОСТ 595-79. Методика и установка для получения МФЦ описана в статье /7/. Давление при гомогенизации составляло 110 МПа. Отбор фибриллированной целлюлозы проводился после 10, 20, 30 циклов гомогенизации. Температура суспензии при этом с каждым проходом увеличивалась в среднем на 2°C . Анализ микрофибриллярных целлюлоз Для анализа структурных характеристик МФЦ были отобраны пробы из полученной суспензии и получены пленки, приготовленные методом отлива в чашки Петри и последующем высушивании при комнатной температуре. По внешнему виду суспензии МФЦ, полученные из древесной целлюлозы и льняного волокна напоминают гель с небольшим содержанием видимых волокон целлюлозы, в то время как суспензия МФЦ из хлопковой целлюлозы образует взвесь волокон в воде. Это может быть связано с тем, что исходная целлюлоза имеет более

высокую молекулярную массу и длину фибрилл. Для определения структурных особенностей МФЦ использовали атомно-силовой микроскоп Multimode V. Микрофотографии представлены на рис. 1. Анализ микрофотографий проводился с помощью специализированной программы ImageJ [8]. Результаты анализа представленный в таблице 1. Из табл. 1 видно, что после гомогенизации происходит деструкция волокна до наноразмерных величин всех видов целлюлоз. При этом, видно, что наилучшая фибрилляция проходит у хлопковой целлюлозы, что может быть связано с чистотой исходной целлюлозы. Льняное волокно труднее поддается фибрилляции ввиду того, что исходная толщина фибрилл значительно больше (до 15 мкм) чем толщина других видов целлюлоз (4-5 мкм). Для анализа количественного распределения частиц по размерам проводилось на лазерном анализаторе частиц HORIBA LA – 950. В таблице 2 представлено распределение частиц гомогенизированной ХЦ по размерам при различном количестве циклов. а в Рис. 1 –Микрофотографии МФЦ: а) бленной древесной целлюлозы; б) льняного волокна, в) хлопковой целлюлозы

Таблица 1 – Геометрические размеры образцов МФЦ

Образец	До гомогенизации	После гомогенизации
	длина, мкм	ширина, мкм
Древесная целлюлоза	585	20
Льняное волокно	680	21
Хлопковая целлюлоза	202	23

Из полученных данных видно, что с увеличением количества проходов через гомогенизатор частицы уменьшаются в размерах, становятся более однородными по диаметру и увеличивается их содержание в суспензии. Большие размеры частиц по сравнению с размерами, полученными с помощью атомно-силовой микроскопии связаны с тем, что лазерный анализатор частиц HORIBA LA – 950 не учитывает форму частиц, а расчет производится по диаметру эквивалентной сферы. Таблица 2 – Распределение содержания частиц от количества циклов гомогенизации МФЦ.

Количество циклов	Геометрический размер, мкм	Содержание частиц с минимальным размером (1,318 мкм) в объеме, %
5	36,320	0,103
10	32,521	0,134
15	25,243	0,162
20	18,767	0,216
30	12,018	1,247

Выводы - Получена МФЦ из древесной целлюлозы, хлопковой целлюлозы и льняного волокна. При показано, что наилучшая фибрилляция проходит у хлопковой целлюлозы. - Показано, что с увеличением количества циклов гомогенизации частицы уменьшаются в размерах, становятся более однородными по размеру.