

4. ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ. БИОТЕХНОЛОГИЯ

УДК 676.252.2

И.В. Лаврентьев, В.К. Дубовый, Е.И. Симонова

ГИДРОФИЛИЗАЦИЯ КАК ФАКТОР ПОВЫШЕНИЯ ВОДОПОГЛОЩЕНИЯ ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО КОМПОЗИТА

Введение. Единственным природным неисчерпаемым источником целлюлозосодержащих материалов (ЦСМ) на Земле являются растения [Структура..., 2014]. Среди них промышленное значение принадлежит деревьям, многолетним и однолетним недревесным растениям, в частности, соломе злаковых и технических культур, растениям плантационного целевого выращивания, например, мискантусу [Воюцкий, 1975]. Растениям присуще природное свойство – ярко выраженное сродство к воде, называемое «гидрофильность», определяющее водовпитывающие и водопроводящие процессы [Лаврентьев, 2023]. Все многообразие современных технических волокон, получаемых по различным технологиям из растений, является ЦСМ [Аким, 2003; Пузырев, 2004], сохраняющими природное свойство источников их получения – гидрофильность. Это свойство поливариантно проявляется в зависимости от вида ЦСМ, способа получения и целевого воздействия технологическими факторами [Лаврентьев, 2023].

Цель работы. Исследование явлений и факторов гидрофильности целлюлозы и целлюлозного композита для прогнозирования скорости и объема водопоглощения.

Объекты исследования: целлюлоза сульфатная беленая из хвойной древесины по ГОСТ 9571-89 и целлюлоза сульфатная беленая из лиственной древесины ГОСТ 14940-96 АО Архангельский ЦБК.

Методы и методики исследования. Применялись методики исследования, предусмотренные ГОСТ 9571-89 и ГОСТ 14940-96 и изложенные в труде [Дубовый, 2006]: определение степени помола; водопоглощение при полном погружении

Результаты и обсуждение. Объектом исследования выбрана целлюлоза по ГОСТ 9571-89 и ГОСТ 14940-96, так как в настоящее время она используется для получения и формования сердцевинных слоев всего ассортимента одноразовых санитарно-гигиенических изделий (СГИ). Целлюлоза преимущественно удовлетворяет водовпитывающим, санитарно-гигиеническим, физико-механическим и эстетическим требованиям к готовым СГИ. Однако увеличение водопоглощения и экономичности производства СГИ остается актуальной задачей. Перспективным решением задачи является повышение гидрофильности целлюлозных компонентов и микропористости целлюлозного композита в процессах технологии их производства.

Теоретические представления о возникновении, развитии и управлении гидрофильностью целлюлозы. Исходя из требований максимального водопоглощения и удержания воды, рассмотрим основные влияющие факторы. Приведение в контакт целлюлозы (твердая фаза) и воды (жидкая фаза) всегда сопровождается межфазным молекулярным взаимодействием, проявляемым «смачиванием-несмачиванием» твердой фазы. Различают смачивание гидрофильное (контактное) и смачивание гидрофобное (иммерсионное), определяемое соотношением сил связи молекул воды в макрообъеме воды (силы когезии) и сил связи молекул поверхности воды с поверхностью целлюлозы (силы адгезии) [Пчелин, 1976]. Смачивание гидрофильное определяется силами адгезии – физическими, физико-химическими, химическими и электростатическими, преобладающими над силами когезии. Этот вид смачивания характерен для гидрофильных поверхностей. Гидрофобное смачивание проявляется обволакиванием водой гидрофобных групп, участков и поверхности в целом. Оно обуславливается действием сил когезии, превышающих силы адгезии, и наблюдается на гидрофобных поверхностях [Сумм, Горюнов, 1976]. Количественной характеристикой «смачивания-несмачивания» или мерой гидрофильно-гидрофобного состояния поверхности является «краевой угол смачивания», обозначаемый θ . В реальных объектах явление «смачивания-несмачивания» наблюдается в виде определенного поведения воды по поверхности. Наглядно возможные варианты поведения воды – различные по виду и величине эффекты смачивания поверхности и характеризующие их углы θ представлены на рис. 1.

Как видно на рис. 1, максимально впитывать воду целлюлозный композит может при условии $\theta = 0^\circ$, т. е., при полном смачивании. Целлюлоза техническая товарная, в силу природного происхождения, является гидро-

фильным материалом, и для нее характерно состояние поверхности с пределами смачивания, соответствующими условию $0^\circ < \theta < 90^\circ$. Оно определяется химическим составом, морфологическим строением и поверхностными свойствами целлюлозного волокна [Структура..., 2014]. Учитывая, что целлюлозное волокно является твердым, многокомпонентным, молекулярно неоднородным, капиллярно-пористым физическим телом с высокоразвитой системой межмолекулярных водородных связей, внутримолекулярных и поверхностных реакционно-активных гидрофильных функциональных групп, прежде всего, гидроксильных, оно поддается изменению плотности гидроксильных групп технологическими факторами [Гораздова и др., 2018]. Следовательно, технологические факторы позволяют управлять (повышать или понижать) количеством гидроксильных групп и, в целом, управлять поглощением и удержанием воды целлюлозным композитом.

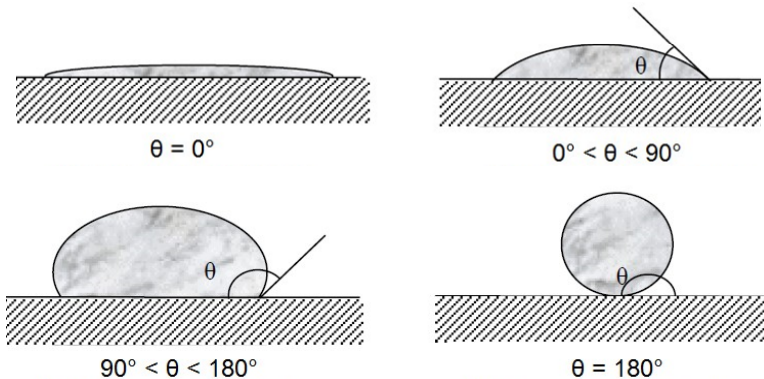


Рис. 1. Варианты смачивания поверхности с различной мерой гидрофильно-гидрофобного состояния: $\theta = 0^\circ$ – полное смачивание (растекание) воды (высокая гидрофильность); $0^\circ < \theta < 90^\circ$ – ограниченное смачивание; $90^\circ < \theta < 180^\circ$ и $\theta = 180^\circ$ – полное несмачивание

Fig. 1. Options for surface wetting with different degrees of hydrophilic -hydrophobic state: $\theta = 0^\circ$ – complete wetting (spreading) of water (high hydrophilicity); $0^\circ < \theta < 90^\circ$ – limited wetting; $90^\circ < \theta < 180^\circ$ and $\theta = 180^\circ$ – complete non-wetting

Повышение количества гидроксидов сопровождается повышением гидрофильности (гидрофилизации) внутренней и внешней поверхности волокна и приращением массы присоединяемых молекул воды в процессе гидратации волокна. По мере увеличения эффекта «гидрофилизации» поверхности смачивание стремится к пределу, удовлетворяющему условию

$\theta = 0^\circ$. Смачивание, а, следовательно, водопоглощение приближается к максимуму. Процесс смачивания протекает в тонкой прослойке (микропленке) воды у поверхности целлюлозы (целлюлозных фибрилл) и проявляется изменением физических свойств воды на расстояниях до 1 мкм (1000 нм).

Таким образом, мы кратко рассмотрели один из основных механизмов водопоглощения, связанный с явлением смачивания поверхности целлюлозного волокна водой, как функцию ее гидрофильности. Не менее важным является механизм водопоглощения, связанный с явлением «капиллярность». Капиллярность, как явление подъема или опускания воды в капиллярах, вследствие искривления поверхности воды на границе раздела фаз поверхностным натяжением, имеет первостепенное значение для движения воды в капиллярно-пористом теле [Пчелин, 1976; Сумм, Горюнов, 1976]. Целлюлозное волокно и целлюлозные материалы из него имеют высокоразвитую гетерогенную капиллярно-пористую структуру. Различают материалы микропористые (диаметр пор менее 2 нм), мезопористые (диаметр пор 2–50 нм) и макропористые (диаметр пор более 50 нм). Целлюлозе и целлюлозным материалам характерны все виды пористости, которые легко трансформируются друг в друга под действием многих факторов. Особенностью капиллярно-пористой структуры, имеющей принципиальное значение для водопоглощения, является наличие полостей в волокнах, связанных с внешней образующей стенок волокна [Химия..., 1982]. При диаметре целлюлозного волокна, например, 20–40 мкм, диаметр полостей 6–10 мкм [Фенгел и др, 1988], оно может быть отнесено к мезопористым материалам.

Рассмотренное выше явление смачивания тесно связано с явлениями «поверхностное натяжение» и «капиллярность». В случае целлюлозы и целлюлозных материалов явление смачивания осуществляется на границе контакта трех фаз – целлюлоза (твердая фаза), вода (жидкая фаза), воздух (газовая фаза) – и описывается в стационарном режиме в точке контакта на «периметре смачивания» балансом действующих сил поверхностного натяжения – $\sigma_{ТВ}$, $\sigma_{ТЖ}$, $\sigma_{ЖВ}$. Количественная мера смачивания – θ , определяется из закона Юнга [Воюцкий, 1975]

$$\sigma_{ТВ} = \sigma_{ТЖ} + \sigma_{ЖВ} \cos \theta, \quad (1)$$

откуда получаем значение $\cos \theta$:

$$\cos \theta = (\sigma_{ТВ} - \sigma_{ТЖ}) / \sigma_{ЖВ}. \quad (2)$$

Уравнение (2) позволяет оценить влияние θ на гидрофильно-гидрофобное состояние поверхности смачивания, или, иначе, по величине θ можно определить фактически достижимую массу поглощаемой воды.

Имеют место следующие варианты:

а) $\theta = 0^\circ$, $\cos \theta = 1$, $\sigma_{ТВ} = \sigma_{ТЖ}$; экспериментально θ не определяется, равновесие сил не достигается; имеет место абсолютное гидрофильное смачивание поверхности, вода по ней растекается и быстро впитывается;

б) $90^\circ > \theta > 0^\circ$, $0 < \cos \theta < 1$, $\sigma_{ТВ} > \sigma_{ТЖ}$; по мере увеличения θ снижается $\sigma_{ТЖ}$, усиливается ограничение смачиванию поверхности, вплоть до $\theta = 90^\circ$;

в) $\theta = 90^\circ$, $\cos \theta = 0$; наступает предел гидрофильного смачивания поверхности, вода не «ползет» по поверхности и практически не впитывается материалом;

г) $\theta > 90^\circ$, $\cos \theta < 0$; $\sigma_{ТВ} < \sigma_{ТЖ}$; поверхность гидрофобная, не смачивается водой, впитывание воды полностью отсутствует.

Смачивание посредством сил поверхностного натяжения осуществляет подъем воды по капиллярам в капиллярно-пористых телах. На гидрофильной поверхности адгезия воды к целлюлозе больше сил когезии воды в макрообъеме капилляра, и вода под действием силы $\sigma_{ТВ}$ поднимается («затягивается») по капилляру вверх. В этом процессе поверхность воды искривляется с образованием вогнутого мениска с определенным средним радиусом кривизны $г$. Мениск представляет собой пленку воды, разделяющую воду и воздух, а силы, образующие мениск, создают разницу давлений под и над мениском. Эта дополнительная сила называется капиллярным давлением – P_K . Она возникает только при средних радиусах капилляров, когда вся поверхность воды искривляется с образованием вогнутого сферического мениска. Условие соблюдается при $г$, сопоставимых с диаметрами капилляров, имеющих пределы 0,5–15 мкм.

Учитывая большой интервал целлюлозных материалов по среднему диаметру капилляров: микропористые <2 нм; мезопористые 2–50 нм и макропористые >50 нм, – в исследовании стремились создавать гетерогенную капиллярно-пористую структуру со средним диаметром пор 0,5–15 нм. В гидрофильных капиллярах P_K поднимает, а в гидрофобных капиллярах опускает воду на определенную высоту h . Величина P_K определяется законом Лапласа [Сумм, Горюнов, 1976]:

$$P_K = 2\sigma_{ЖВ}/г. \quad (3)$$

Выразим радиус кривизны мениска $г$ через средний радиус капилляра R ; $г = R/\cos \theta$, тогда уравнение (3) примет вид

$$P_K = 2\sigma_{ЖВ}\cos\theta/R. \quad (4)$$

Из закона следует, что для увеличения P_K необходимо повышать $\sigma_{ЖВ}$, увеличивать гидрофильность (уменьшение θ) и уменьшать средний ради-

ус капилляра R . Учитывая, что испытание целлюлозного композита на водопоглощение осуществляется полным погружением в воду, подобно реальному использованию СГИ, движение воды по капиллярно-пористой структуре направлено одновременно во всех направлениях, и сложно выделить превалирующее направление движения воды. Однако вне зависимости от направления движения воды, скорость движения по капиллярам, масса впитываемой воды и ее удержание будут определяться следующими факторами:

а) повышением поверхностного натяжения на границе «жидкость-воздух» – $\sigma_{жв}$, как функции гидрофильности целлюлозных компонентов структуры композита; чем выше гидрофильность (стремление угла θ к «0»), тем быстрее и полнее вода впитывается в композит;

б) понижением среднего радиуса капилляров – R (стремление R от 15 к 0,5 нм), как функции микропористости целлюлозного композита за счет компонентного состава по волокну, его обработки и формования композита в процессах технологии; чем меньше R и выше гидрофильность, тем быстрее и полнее вода впитывается в композит.

Количественной оценкой движения воды по капилляру может быть длина пути L , пройденная водой по капилляру со средним радиусом R . Если принять направление движения воды вверх, то для этого варианта длина L будет характеризовать высоту подъема воды. Сила, обуславливающая подъем воды на высоту P_L , уравновешивается весом воды P_B . Тогда в точке максимального подъема воды

$$P_L = P_B. \quad (5)$$

Подставив соответствующие значения в уравнение, получим

$$L = N \cdot \cos \theta / R = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot \cos \theta / R \quad (6)$$

Согласно уравнению (6) длина пути воды в капилляре прямо пропорциональна гидрофильному смачиванию поверхности капилляров водой и обратно пропорциональна среднему радиусу капилляра. Иными словами, чем выше гидрофильность поверхности капилляров и меньше их радиус, тем быстрее и большую длину L проходит вода в капиллярах. Поскольку величины в уравнении (6) измеримы, то по нему можно оценивать скорость движения воды и ее массу.

Отметим, что уравнение (6) описывает движение воды по капиллярам вверх. Скорость движения воды, например, вниз будет иной, так как силы P_L и P_B будут действовать в одном направлении, а, следовательно, сумми-

роваться. Движение воды во множестве иных направлений будет определяться соотношением сил P_L и P_B . Множество векторов движения воды в капиллярно-пористой структуре целлюлозного композита толщиной 0,9-1,1 мм не позволяет дифференцировать и количественно описать все варианты. Поэтому оценка водопоглощения в г H_2O на г целлюлозного композита в исследовании велась по приросту поглощенной воды за 1, 5 и 10 минут при полном погружении образца в воду.

В труде [Лаврентьев, 2023] дана теоретическая оценка пористости целлюлозного композита как главного фактора водопоглощения. Показано, что пористость, например, для образцов массой $1\text{ м}^2 = 650\text{ г}$ и толщиной, мм: 0,9; 1,0; 1,1, при плотности, кг/м^3 : 722; 650; 591, соответственно, равна, %: 52; 57; 61. При погружении образцов в воду воздух вытесняется и пустоты заполняются водой. С высокой вероятностью можно принять количество впитываемой воды равным объему пустот. Тогда удельное водопоглощение, B , определяется уравнением

$$B = 1500 \cdot P_K / 100, \text{ кг/м}^3, \quad (7)$$

где 1500 – плотность абсолютно сухого вещества целлюлозы, кг/м^3 ; P_K – пористость композита, %;

Применяя уравнение (7), получим значения B , кг/м^3 : 780; 855; 915, что соответствует 1,08; 1,32 и 1,55 г/г а.с. композита. Таким образом, теоретически водопоглощение целлюлозного композита из целлюлозы сульфатной беленой из хвойной древесины по ГОСТ 9571-89 без повышения гидрофильности не достигает величины 4-5 г/г, свойственной лучшим импортным продуктам.

Таким образом, решение актуальной задачи – достижение удельного водопоглощения СГИ на уровне импортных образцов или выше для успешного их импортозамещения отечественными изделиями, – находится в области усовершенствования технологии – это повышение гидрофильности целлюлозных компонентов и микропористости целлюлозного композита. Объектами решения задачи являются степень помола целлюлозы, °ШР, и компонентный состав по волокну – целлюлоза сульфатная беленая из хвойной древесины по ГОСТ 9571-89 и целлюлоза сульфатная беленая из лиственной древесины ГОСТ 14940-96.

Выводы.

1. Гидрофильность целлюлозы определяет явление смачивания водой и развитие сил поверхностного натяжения на границе целлюлоза-вода-

воздух. Повышение гидрофильности целлюлозы ведет к увеличению водопоглощения.

2. Капиллярное давление, вызываемое гидрофильностью и силами поверхностного натяжения, проявляется в движении воды по капиллярно-пористой структуре целлюлозного композита. С увеличением гидрофильности целлюлозы и снижением среднего диаметра капилляров возрастает водопоглощение.

3. Расчет удельного водопоглощения целлюлозного композита из целлюлозы сульфатной беленой из хвойной древесины по ГОСТ 9571-89 АО «Архангельский ЦБК» без повышения гидрофильности показал значения много ниже чем у импортных образцов.

4. Решение задачи повышения удельного водопоглощения до требуемого уровня достигается технологическими факторами – степенью помола целлюлозы и компонентным составом по волокну целлюлозного композита.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Библиографический список

Аким Г.Л. и др. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3-х т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 2. Производство полуфабрикатов. СПб.: Политехника, 2003. 633 с.

Воюцкий С.С. Курс коллоидной химии. Изд. 2-е, пер. доп. М.: Химия, 1975. 155 с.

Гораздова В.В., Дернова Е.В., Дулькин Д.А., Окулова Е.О. Влияние фибриллирования и укорочения волокон при размоле на характеристики прочности, деформативности и трещиностойкости целлюлозных материалов // ИВУЗ. Лесной журнал. 2018. № 2. С. 262–265.

Дубовый В.К. и др. Лабораторный практикум по технологии бумаги и картона: учебное пособие для студентов вузов. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2006. 229 с.

Лаврентьев И.В. Влияние пористости целлюлозного материала на абсорбцию воды сердцевинным слоем одноразовых санитарно-гигиенических изделий // Актуальные вопросы лесного хозяйства : матер. 7 Междунар. молодежной научн.-практ. конф. СПб., 9-10 ноября 2023 г. С. 31–34.

Осипов П.С. и др. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3 т. Т. 1. Ч. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. СПб.: ЛТА, 2002. 420 с.

Пузырев С.С. и др. Технология целлюлозно-бумажного производства. Справочные материалы. В 3 т. Т. 1. Сырье и производство полуфабрикатов. Ч. 3. Производство полуфабрикатов. СПб.: Политехника, 2004. 316 с.

Пчелин В.А. Гидрофобное взаимодействие в дисперсных системах. М.: Знание, 1976. 64 с.

Структура и физико-химические свойства целлюлоз и нанокompозитов на их основе / под ред. Л.А. Алешин, В.А. Гуртова, Н.В. Мелех. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. 240 с.

Сумм Б.Д., Горюнов Ю.В. Физико-химические основы смачивания и растекания. М.: Химия, 1976. 232 с.

Фенгел Д., Вегенер Г. Древесина (химия, ультраструктура, реакции): пер. с англ. Предисл. А.А. Леонович / под ред. д-ра техн. наук проф. А.А. Леоновича. М.: Лесн. пром-сть, 1988. 512 с.

Химия древесины / пер. с финск. Р.В. Заводова, под ред. М.А. Иванова. М.: Лесн. пром-сть, 1982. 400 с.

References

Akim G.L. et al. *Texnologiya cellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Spravochny'e materialy'. V 3 t. Vol. 1. Sy'r'e i proizvodstvo polufabrikatov. Ch.2. Proizvodstvo polufabrikatov.* SPb.: Politehnika, 2003. 633 p. (In Russ.)

Dubovyj V.K. et al. *Laboratoryj praktikum po tehnologii bumagi i kartona: uchebnoe posobie dlya studentov vuzov.* SPb.: Izd-vo Politekn. un-ta, 2006. 229 p. (In Russ.)

Fengel D., Vegener G. *Drevesina (ximiya, ul'trastruktura, reakcii): per. s angl. Predisl. A.A. Leonovich / pod red. d-ra techn. nauk prof. A.A. Leonovicha.* M.: Lesn. prom-st', 1988. 512 p. (In Russ.)

Gorazdova V.V., Dernova E.V., Dul'kin D.A., Okulova E.O. *Vliyanie fibrillirovaniya i ukorocheniya volokon pri razmole na xarakteristiki prochnosti, deformativnosti i treshhinostojkosti cellyulozny'x materialov. IVUZ. Lesnoj zhurnal,* 2018, no. 2, pp. 262–265. (In Russ.)

Khimiya drevesiny': per. s finskogo R.V. Zаводова; pod red. M.A. Ivanova. M.: Lesn. prom-st', 1982. 400 p. (In Russ.)

Lavrent'ev, I.V. *Vliyanie poristosti cellyuloznogo materiala na absorbcuyu vody serdcevinny'm sloem odnorazovy'x sanitarno-gigienicheskix izdelij. Aktual'ny'e voprosy' lesnogo xozyajstva: mater. 7 Mezhdunar. molodezhnoj nauchn.-prakt. konf.* SPb., 9–10 noyabrya 2023, pp. 31–34. (In Russ.)

Osipov P.S. et al. *Texnologiya cellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Spravochny'e materialy'. V 3 t. Vol. 1. Ch.1. Sy'r'e i proizvodstvo polufabrikatov.* SPb.: LTA, 2002. 420 p. (In Russ.)

Pchelin V.A. *Gidrofobnoe vzaimodejstvie v dispersny'x sistemax.* M.: Znanie, 1976. 64 p. (In Russ.)

Puzyrev S.S. et al. *Texnologiya cellyulozno-bumazhnogo proizvodstva. Spravochny'e materialy'. V 3-x t. Vol. 1. Sy'r'e i proizvodstvo polufabrikatov. Ch.3. Proizvodstvo polufabrikatov.* SPb.: Politehnika, 2004. 316 p. (In Russ.)

Struktura i fiziko-ximicheskie svojstva cellyuloz i nanokompozitov na ix osnove / pod red. L.A. Aleshin, V.A. Gurtova, N.V. Melex. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2014. 240 p. (In Russ.)

Summ B.D., Goryunov Yu.V. Fiziko-ximicheskie osnovy` smachivaniya i rastekaniya. M.: Ximiya, 1976. 232 p. (In Russ.)

Voyuczkij S.S. Kurs kolloidnoj ximii/ S.S. Voyuczkij. Izd. 2-e, per. dop. M.: Ximiya, 1975. 155 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию 01.02.2024

Лаврентьев И.В., Дубовый В.К., Симонова Е.И. Гидрофилизация как фактор повышения водопоглощения целлюлозного композита // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2024. Вып. 249. С. 285–296. DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.285-296

Рост потребления одноразовых санитарно-гигиенических изделий (памперсы, пеленки, простыни, прокладки) требует развития науки и производства целлюлозных материалов для их изготовления. Водопоглощение – это один из важнейших показателей для санитарно-гигиенической продукции. Рассмотрены теоретические представления о возникновении, развитии и управлении гидрофильностью целлюлозы. Кратко рассмотрены механизмы водопоглощения, выделены основные из них – смачивание и капиллярность. Сделан расчет удельного водопоглощения целлюлозного композита из целлюлозы сульфатной беленой из хвойной древесины по ГОСТ 9571-89 АО «Архангельский ЦБК». Показано, что у исследуемой целлюлозы водопоглощение много ниже чем у импортных образцов, поэтому исследования в области повышения гидрофильности целлюлозы, обладают высоким потенциалом и практической значимостью. Рассмотрены главные факторы повышения водопоглощения – это повышение гидрофильности целлюлозы за счет размола и использование разного волокна для формирования целлюлозного композита. Показано, что довести показатель водопоглощения до требуемого уровня импортных производителей 4-5 г/г возможно регулированием технологических факторов.

Ключевые слова: целлюлоза, смачивание, гидрофильность, поверхностное натяжение, целлюлозный композит, водопоглощение, капиллярное давление, капилляр, санитарно-гигиенические изделия, размол.

Lavrentyev I.V., Duboviy V.K., Simonova E.I. Enhancing Water Absorption in Cellulosic Composites through Hydrophilization. *Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotehneskoj Akademii*, 2024, iss. 249, pp. 285–296 (in Russian with English summary). DOI: 10.21266/2079-4304.2024.249.285-296

The growing consumption of disposable sanitary products (diapers, diapers, sheets, pads) requires the development of science and the production of cellulose materials for their manufacture. Water absorption is one of the most important indicators for sanitary products. The theoretical concepts of the origin, development and management of cellulose hydrophilicity are considered. The mechanisms of water absorption are briefly considered, the main ones are identified – wetting and capillarity. The calculation of the specific water absorption of a cellulose composite made of bleached sulfate cellulose from coniferous wood according to GOST 9571-89 of Arkhangelsk Pulp and Paper Mill JSC was made. It is shown that the water absorption of the cellulose under study is relatively much lower than imported samples, therefore, research in the field of increasing the hydrophilicity of cellulose has high potential and practical significance. The main factors of increasing water absorption are considered – an increase in the hydrophilicity of cellulose due to grinding and the use of different fibers for formation of a cellulose composite. It is shown that the water absorption index to the required level of imported manufacturers 4-5 g/g can be achieved by regulating technological factors.

Keywords: cellulose, wetting, hydrophilicity, surface tension, cellulose composite, water absorption, capillary pressure, capillary, sanitary-hygienic products, fiberization.

ЛАВРЕНТЬЕВ Игорь Владимирович – аспирант кафедры технологии бумаги и картона Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна.

198095, ул. Ивана Черных, д. 4, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: supersmesi@mail.ru

LAVRENTYEV Igor V. – PhD student of the Department of Paper and Cardboard Technology at the Higher School of Technology and Energy of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

198095. Ivan Chernykh str. 4. St. Petersburg. Russia. E-mail: supersmesi@mail.ru

ДУБОВЫЙ Владимир Климентьевич – профессор кафедры технологии бумаги и картона Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, кандидат технических наук.

198095, ул. Ивана Черных, д. 4, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: dubovy2004@mail.ru

DUBOVIY Vladimir K. – DSc (Technical), Professor of the Department of Paper and Cardboard Technology at the Higher School of Technology and Energy of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

198095, Ivan Chernykh str. 4, St. Petersburg, Russia. E-mail: dubovy2004@mail.ru

СИМОНОВА Елена Игоревна – доцент кафедры технологии бумаги и картона Высшей школы технологии и энергетики Санкт-Петербургского государственного университета промышленных технологий и дизайна, кандидат технических наук.

198095, ул. Ивана Черных, д. 4, Санкт-Петербург, Россия. E-mail: bliznyakova1989@mail.ru

SIMONOVA Elena I. – PhD (Technical), Associate Professor of the Department of Paper and Cardboard Technology at the Higher School of Technology and Energy of the St. Petersburg State University of Industrial Technologies and Design.

198095, Ivan Chernykh str. 4, St. Petersburg, Russia. E-mail: bliznyakova1989@mail.ru