

УДК 677.021.15.26

**ИЗУЧЕНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ
НА СТРУКТУРУ ЛУБЯНЫХ ВОЛОКОН***В.Е. РОМАНОВ, А.А. ГРЕБЕНКИН, А.Н. ГРЕБЕНКИН, А.Е. МАКАРОВ***(Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна)**

Известно [1], что любому кристаллическому материалу кроме обычного дебаевского спектра соответствует вполне определенный дискретный спектр собственных частот колебаний атомов в решетке, который определяется типом дислокаций и может быть рассчитан для любого материала. Если подвести к веществу энергию, равную величине $W_i = h\nu_i$, (W_i – пороговый уровень энергии; ν_i – частота колебаний i -й моды в дискретном спектре), то эта энергия избирательно поглощается кристаллической решеткой, что приводит к резкому повышению амплитуды атомных колебаний i -й моды. Таким образом, в кристалле возможно протекание однофононных процессов, то есть, воздействуя на материал импульсами энергии W_i , можно влиять на уровень остаточных напряжений в нем. Пороговый уровень энергии может быть рассчитан, а можно его и не определять, поскольку затраты энергии и времени непосредственно на процесс снятия остаточных напряжений весьма малы. В этом случае к образцу достаточно подвести импульсы с энергиями всех дискретных уровней спектра, что и можно сделать, подвергая обрабатываемый материал импульсному ударному воздействию.

Интересно проследить за процессами диспергирования комплексов лубяных волокон и за изменением надмолекулярной структуры лубяных волокон при воздействии на них периодических ударных импульсов. Под действием удара должно происходить изменение системы водородных связей между ОН-группами соседних звеньев макромолекул целлюлозы в клеточной стенке волокон (стабилизирующих их взаимное пространственное расположение), конформаций оксиметильных и гидроксильных групп и соответственно изменение общей системы внутримолекулярных взаимодействий. Это не может не отразиться на взаимном пространственном расположении соседних звеньев и конформации макромолекулы целлюлозы в целом и, следовательно, на перестройке системы их трехмерной упорядоченности. Такие перестройки, наряду со снятием остаточных напряжений, не могут не привести к изменению соотношения между аморфными и кристаллическими областями целлюлозы.

Согласно вышеприведенным предположениям и расчетам проведена обработка различных лубяных волокон в гидродинамических полях. Для создания гидродинамических полей использовали электрогидродинамический эффект Юткина [2].

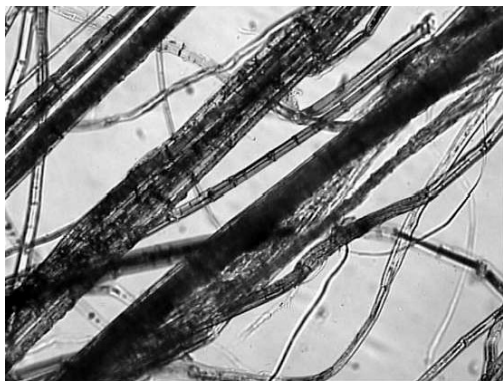


Рис. 1



Рис. 2

На рис.1 (волокно льняного луба после обработки в ГД-поле 15 мин ($U_0 = 45\text{кВ}$ и $C = 0,3\text{мкФ}$), увеличено в 300 раз) и 2 (волокно льняного луба после обработки в ГД-поле 15 мин при $U_0 = 50\text{кВ}$ и $C = 0,3\text{мкФ}$), увеличено в 300 раз) показаны образцы льняного луба после обработки в гидродинамическом поле в воде при различных значениях напряжения U_0 на конденсаторе.

Как видно из представленных рисунков, при одном и том же времени обработки увеличение напряжения на конденсаторе ускоряет процесс расщепления лубяных

комплексов, поскольку увеличение напряжения приводит к увеличению амплитуды давления в ударной волне. Как показали исследования, время обработки при снижении напряжения U_0 возрастает примерно в два раза на каждые 10кВ снижения напряжения U_0 . Увеличение напряжения U_0 до 60 кВ приводит к быстрому росту в массе волокна волокон “пуховой” группы, что указывает на процессы разрушения как самих комплексов, так и технических и даже элементарных волокон, имеющих какие-либо дефекты, связанные с предысторией образца.



Рис. 3

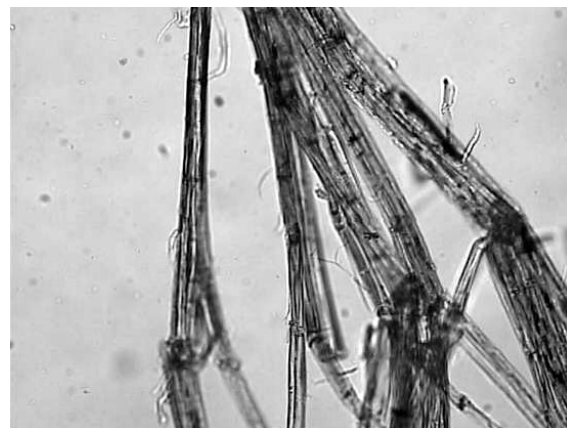


Рис. 4

На рис.3 (волокно пеньки после обработки в ГД-поле 15 мин при $U_0 = 45\text{кВ}$ и $C = 0,3\text{мкФ}$, увеличено в 300 раз.) и 4 (волокно пеньки после обработки в ГД-поле 15 мин при $U_0 = 50\text{кВ}$ и $C = 0,3\text{мкФ}$, увеличено в 300 раз) представлены волокна пеньки после обработки в гидродинамическом поле при разном напряжении U_0 . На обоих снимках очень хорошо видно, что

увеличение напряжения приводит к расщеплению лубяных комплексов, причем тем больше, чем больше напряжение на обкладках конденсатора. Однако и для пеньки увеличение напряжения на конденсаторе до 60 кВ приводит к тому же эффекту, что и для льняного луба: резко возрастает доля очень коротких волокон, то есть идет разрушение не только по границе

раздела адгезив – субстрат, но и по дефектам самого волокна. Аналогичная ситуация и с волокном джута.

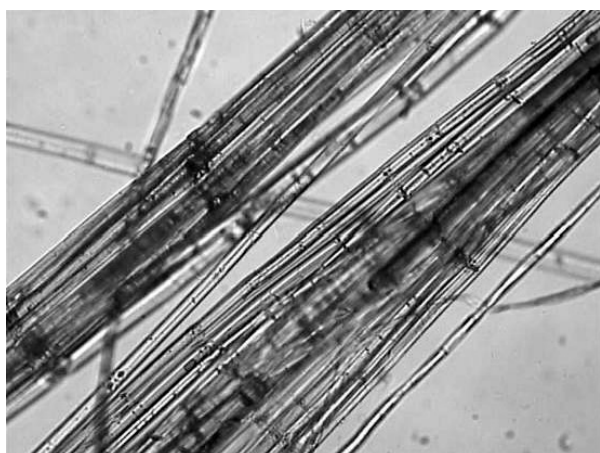


Рис. 5

На рис. 5 представлен образец джутового волокна после обработки в ГД-поле в

течение 15 мин при $U_0 = 50$ кВ и $C = 0,3$ мкФ. Увеличено в 300 раз. Оно также расщепляется в гидродинамическом поле и наблюдается примерно та же картина. Увеличение напряжения на конденсаторе U_0 выше 50 кВ приводит к тому же эффекту, что и для луба льна и пеньки: начинается разрушение технического волокна до элементарного и ультракороткого, то есть установка начинает работать как дробилка.

В табл. 1 приведены температуры начала и окончания интенсивной термической деструкции и потеря массы при окончании деструкции льняного луба, обработанного различное время в гидродинамическом поле при $U_0 = 50$ кВ и $C = 0,3$ мкФ. Данные получены на основе кривых ТГА при проведении термической деструкции в платиновом тигле в среде азота.

Т а б л и ц а 1

Параметр	Время обработки образцов льняного луба в гидродинамическом поле, мин				
	0	3	5	7	15
$T_d, ^\circ\text{C}$	280 ± 2	292 ± 2	307 ± 2	287 ± 2	280 ± 2
$T_{d \text{ окон.}}, ^\circ\text{C}$	320 ± 2	335 ± 2	332 ± 2	338 ± 2	350 ± 2
$\Delta M, \%$	54,8	57,5	61,0	62,5	64,8

Как видно из таблицы, за первые пять минут обработки наблюдается рост температуры начала интенсивной термической деструкции, что связано, с одной стороны, с некоторым уплотнением аморфных и упорядоченных областей, с другой – с протекающими механохимическими реакциями и полиморфными превращениями макромолекул целлюлозы. При дальнейшей обработке структура становится все более рыхлой, что приводит к снижению температуры начала интенсивной термической деструкции. Интересно, что температура окончания интенсивной термической деструкции с увеличением времени обработки сначала увеличивается, затем наблюдается ее некоторая стабилизация, а после 7 минут обработки – снова плавный рост. При этом изменение массы при окончании интенсивной термической деструкции практически монотонно растет с увеличением времени обработки. Это объясняется тем, что при гидроударе в первую очередь

"размораживается" подвижность макромолекул целлюлозы, находящихся на поверхности микрофибрилл в поверхностных слоях клеточных стенок волокон из-за деполимеризации и частичного перехода в раствор пектина, лигнина и гемицеллюлозы. Что и приводит к перестройке надмолекулярной структуры целлюлозы: к ее уплотнению. При больших временах обработки начинается механохимическая деструкция уже самой целлюлозы, меняется молекулярно-массовое распределение, поэтому увеличивается время окончания интенсивной термической деструкции и растет потеря массы.

В Ы В О Д Ы

1. При малых (до 5 мин) временах обработки гидроударом различных лубяных волокон наблюдается расщепление лубяных комплексов на длинное техническое волокно. При длительной обработке на-

блюдается обычная котонизация лубяного волокна, то есть разрушение технического волокна до элементарного и суперкороткого.

2. Высокое содержание пектиновых веществ в срединных пластинках лубяных волокон не дает возможности для получения чистого, мало засоренного волокна. Хотя содержание костры очень мало, пектиновые вещества при гидродинамической обработке переходят в гель, который, с одной стороны, заметно снижает коэффициент полезного действия удара, с другой – практически не удаляется с поверхности волокна.

3. По расщепленности чесаное льняное волокно, полученное методом гидроудара, практически может быть любым. В качест-

ве ограничения может выступать лишь прочность волокна, допускающая необходимую степень обрывности и качества пряжи вследствие появления повышенного процентного содержания волокон пуховой группы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Антонов Ю.Я., Rogozin Ю.И. //Физика и химия обработки материалов. – 2001, №3. С.38...43.
2. Юткин Л.А. Электрогидравлический эффект. – М.-Л.: Машгиз, 1955.

Рекомендована кафедрой механической технологии волокнистых материалов. Поступила 25.12.06.