

УДК 677.052

**К ВОПРОСУ ОБ УЛЬТРАЗВУКОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ  
КАК ФАКТОРЕ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
МАЦЕРАЦИОННОЙ СПОСОБНОСТИ ВОЛОКНА  
ПРИ МОКРОМ СПОСОБЕ ПРЯДЕНИЯ ЛЬНА**

**ON THE ISSUE OF ULTRASONIC INFLUENCE  
AS THE FACTOR OF AN INTENSIFICATION  
OF MACERATION ABILITY OF A FIBER  
UNDER A WET METHOD OF FLAX SPINNING**

*К.В. СЕРГЕЕВ, В.И. ЖУКОВ*  
*K.V. SERGEEV, V.I. ZHUKOV*

(Костромской государственный технологический университет)  
(Kostroma State Technological University)

E-mail: spinner@kstu.edu.ru

*В работе оценивается возможность применения ультразвукового воздействия с целью увеличения степени мацерации льняного волокна в мокром состоянии.*

*The possibility of application of ultrasonic influence for the purpose of increasing of a flax fibre maceration degree in a wet state is estimated in the paper.*

**Ключевые слова:** ультразвуковое воздействие, степень мацерации, льняное волокно.

**Keywords:** ultrasonic influence, maceration degree, a flax fibre.

В льнопрядильном производстве наибольший удельный вес по количеству занятых рабочих и использованию производственных площадей занимают прядильные цеха. Поэтому вопросы совершенствования технологического процесса, повышения качества пряжи, улучшения условий труда, снижения обрывности и повышения производительности прядильных машин являются исключительно актуальными.

Основным технологическим процессом при выработке льняной пряжи является утонение ровницы в вытяжном приборе

прядильной машины путем вытягивания. Поскольку формирование пряжи из ровницы при мокром способе прядения производится из элементарных волокон или их комплексов, процесс разделения технических льняных волокон на элементарные имеет наиважнейшее значение. Способность технических льняных волокон к разделению в мокром состоянии принято называть мацерационной способностью. Поэтому повышение степени мацерации льняных волокон в прядении позволит улучшить ход технологического процесса,

повысить качество пряжи – снизить ее неровноту по линейной плотности, улучшить внешний вид и т.п.

Процесс утонения ровницы в вытяжном приборе прядильной машины носит достаточно сложный характер. В процессе вытягивания образуется так называемая мычка, которая представляет собой утоняемую крученую ровницу, плавно переходящую в ленточку волокон, образующих в последующем готовую пряжу. Поскольку утонение ровницы происходит за счет смещения элементарных волокон и их комплексов, то на этот процесс влияют одновременно как прочность льняных волокон в мокром состоянии, так и крутка ровницы. Определяющей характеристикой в данном случае является прочность льняных волокон в мокром состоянии, то есть степень их мацерации.

На кафедре прядения Костромского государственного технологического университета разрабатывается метод интенсификации степени мацерации льняного волокна при мокром способе прядения льна за счет воздействия ультразвуковых колебаний на продукт. Суть его заключается в том, что на ровницу в прядильном корыте воздействуют ультразвуковые колебания, создаваемые специальным излучателем.

Положительный эффект от ультразвукового воздействия на различные волокна был выявлен ранее и обоснован в работах [1], [2], а также в ряде других публикаций.

Работа излучателя основана на явлении обратного пьезоэффекта. Роль излучателя отводилась в нашем случае ультразвуковой ванне типа СТ-400D. Пьезоэлемент, являющийся основным генератором ультразвуковых колебаний, работает в двух режимах: при потребляемой мощности 35 и 60 Вт. При работе машины ровница, проходя через прядильное корыто, подвергается ультразвуковому воздействию, основной движущей силой которого является кавитация – образование в жидкости пульсирующих пузырьков, заполненных паром, газом или их смесью. "Ультразвуковая кавитация, возникающая в жидкости в ультразвуковых полях, фактически выполняет ту же роль, что и механические методы

вероятностного штапельирования, вызывая расщепление коротких волокон до элементарных, но кроме того, осуществляет очистку поверхности от остатков пектиновых и различных неорганических веществ" [2]. Таким образом должно достигаться увеличение мацерационной способности льняного волокна.

Для выяснения влияния ультразвука на степень мацерации льняных волокон проведена серия экспериментальных исследований, целью которых являлось определение существенности влияния воздействия ультразвука на степень мацерации льняных волокон, которую можно оценивать величиной их разрывной нагрузки.

Для достижения поставленной цели по методике, предусмотренной ГОСТом [3], был проведен эксперимент. Определялось значение разрывной нагрузки прядок волокон чесаного льна, которые выдерживались в воде при температуре 20°C без воздействия ультразвука и с его воздействием. При испытаниях мощность ультразвуковой ванны типа СТ-400D устанавливалась на двух уровнях – 35 и 60 Вт. Прядки чесаного льна массой 0,5 г, длиной 270 мм выдерживали в жидкости в течение 20 с – времени, равном времени прохождения ровницы через корыто прядильной машины. Для определения доверительного объема измерений был произведен предварительный эксперимент с рекомендованной ГОСТом повторностью, равной 30. На основании этого был выполнен специальный расчет, по результатам которого объем выборки составил 50 испытаний.

Для обработанных таким образом прядок определялась величина разрывного усилия на машине РМП-1. Результаты эксперимента показали, что при отсутствии ультразвукового воздействия величина среднего значения разрывной нагрузки составила  $P_1=86,3$  даН (при этом дисперсия  $D_1=291,7$ ), при воздействии ультразвука с потребляемой мощностью 35 Вт –  $P_2=73,54$  даН ( $D_2=235,168$ ), а при 60 Вт –  $P_3=83,48$  даН ( $D_3=589,2$ ). Для определения существенности разницы между средними значениями выборок поочередно сравнивали значения разрывной нагрузки, полученные при отсут-

ствии ультразвукового воздействия, со значениями, полученными при ультразвуковом воздействии. Для этого определялось расчетное значение приближенного критерия  $U_R$  [4, с. 83], которое затем сравнивали с его табличным значением  $U_T=1,96$ .

Расчеты показали, что существенной является только разница значений между данными, полученными при отсутствии ультразвукового воздействия, и данными, полученными при воздействии на технические льняные волокна ультразвука с потребляемой мощностью 35 Вт (то есть только в данном случае  $U_R > U_T$ ).

В связи с этим можно говорить о положительном влиянии ультразвуковых колебаний на процесс мацерации. Причем наибольший эффект был достигнут при работе в 35-ваттном режиме, а не при 60 Вт, как это ожидалось первоначально. При анализе проведения экспериментов было установлено, что ультразвуковая ванна, работающая с потребляемой мощностью 60 и 35 Вт, формирует электрическое напряжение, подводимое к пьезокристаллу с ультразвуковой частотой 40 кГц с постоянной амплитудой, но в первом случае в виде непрерывного сигнала, а во втором – в виде "пачек" импульсов, чередующихся с частотой 50 Гц (рис. 1 – характер генерируемого электрического напряжения, подводимого к пьезоэлементу: а – при потребляемой мощности 35 Вт; б – при 60 Вт).

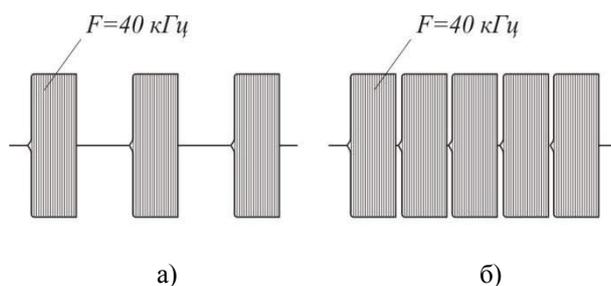


Рис. 1

Из рис. 1 видно, что при потребляемой мощности 35 Вт периодически образуются пачки импульсов, которые сменяются интервалами времени без ультразвукового воздействия. Исходя из этого можно предположить, что такое ударное воздействие на структуру технических льняных волокон, чередующееся с периодами "релакса-

ции", возникающими при временном прерывании действия ультразвука на льняное волокно, и является причиной того, что именно 35-ваттный режим оказывал наилучшее действие.

Данное суждение можно считать определенным подтверждением выводов, сделанных А.Н. Гребенкиным, в отношении того, что: "...ударные воздействия на поверхность волокна должны приводить к разрыхлению неупорядоченных областей целлюлозы, вызывая улучшение гибкости волокна" [2]. На этом основании можно сформулировать рекомендации по применению ультразвукового воздействия на льняные волокна с целью повышения степени мацерации, которые сводятся к тому, что более целесообразно воздействовать на льняные волокна в мокром состоянии не постоянно действующим ультразвуковым полем, а импульсами ультразвуковых волн.

## ВЫВОДЫ

1. Ультразвуковое воздействие интенсифицирует процесс мацерации льняных волокон.
2. Наилучшее воздействие на мацерацию льняных волокон оказывает ультразвуковое воздействие в форме импульсов ультразвуковых волн.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Гольдшмидт В.Г. Исследование влияния применения упругих колебаний, генерируемых в жидкой среде в корыте прядильной машины, на качество льняной пряжи и силы, действующей в вытяжном поле: Дис.... канд. техн. наук. – Кострома, 1967.
2. Гребенкин А.Н. Взаимосвязь структуры, свойств и технологии диспергирования лубоволокнистого сырья в ультразвуковых и гидродинамических полях: Дис.... докт. техн. наук. – СПб., 2003.
3. ГОСТ Р 53549–2009. Лен чесаный. Технические требования. – М.: Стандартинформ, 2010.
4. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: МГТУ им. А. Н. Косыгина, 2007.

Рекомендована кафедрой прядения. Поступила 03.06.11.