

УДК 677.021

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЛОКНА С КОЛОСНИКОМ НА СИЛУ УДАРА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЬНЯНОГО ВОЛОКНА

Р.В. Корабельников, Д.А. Лебедев, Е.И. Громова

В статье представлены методика проведения исследования процесса взаимодействия волокна льна с колосником и описание экспериментального стенда с применением тензометрической аппаратуры.

При механическом способе очистки волокнистого материала удаление сорных примесей и пороков волокна осуществляется ударным взаимодействием с элементами очистительной секции, вследствие чего достигается интенсивное разрушение связей между посторонними включениями и волокном.

Однако в соударении, наряду с интенсивным удалением посторонних включений, в некоторых случаях возможно механическое повреждение волокна, выражающееся в изменении структуры, перебивании концов, появлении трещин и разломах, что отрицательно влияет на природные свойства льна.

Ранее нами были проведены теоретические исследования процесса взаимодействия пряжки волокна с колосником треугольного профиля [1, 2], которые раскрывают такие моменты взаимодействия, как движение пряжки вокруг колосника и др.

Выявление причин дробления и укорачивания волокон в ходе очистки требует дополнительного изучения процесса на экспериментальной установке. Для этого были проведены специальные исследования.

Экспериментальный стенд представлял собой физическую модель очистителя волокна. Он содержал диск, установленный на валу электро-

двигателя, и датчик, имеющий насадку в форме колосника (рис. 1).

К диску консольно крепилась прядь волокна, определенной длины и массы.

При проведении экспериментального исследования в качестве датчика использовалась консольная балка постоянного трубчатого сечения, обладающая высокой частотой собственных колебаний, с наклеенными вблизи заделки – месте наибольших изгибных деформаций – тензометрическими датчиками.

Питание тензометрических датчиков и снятие электрического сигнала осуществлялось с помощью тензоусилителя постоянного тока. Усиленный им сигнал передавался на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП), выполняющего преобразование сигнала из аналогового в цифровой. Цифровой сигнал воспринимался ЭВМ, которая благодаря программному обеспечению формировала массив значений ударной нагрузки.

Тарирование датчиков проводилось при помощи физического моделирования процесса.

Особенность методики проведения экспериментального исследования состояла в следующем. По достижении диском необходимой угловой скорости вращения при помощи специального

устройства к нему подводился упругий элемент, и осуществлялась запись некоторого числа ударных воздействий, наносимых прядью волокон. Количество ударов для всех опытов было постоянно.

Далее полученные результаты усреднялись, благодаря чему определялась сила ударной нагрузки для отдельной повторности.

В качестве факторов, варьируемых при проведении эксперимента, выступали следующие:

линейная скорость диска X_1 , угол установки колосника относительно радиуса пильного цилиндра X_2 , масса X_3 и длина X_4 пряди волокна. Значения факторов выбирались таким образом, чтобы максимально приблизить эксперимент к реальному процессу.

Интервалы варьирования факторов и значения их нижних и верхних уровней приведены в таблице 1.

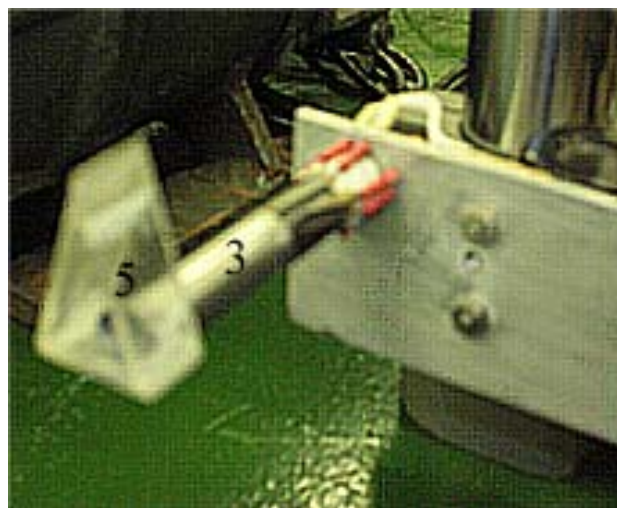
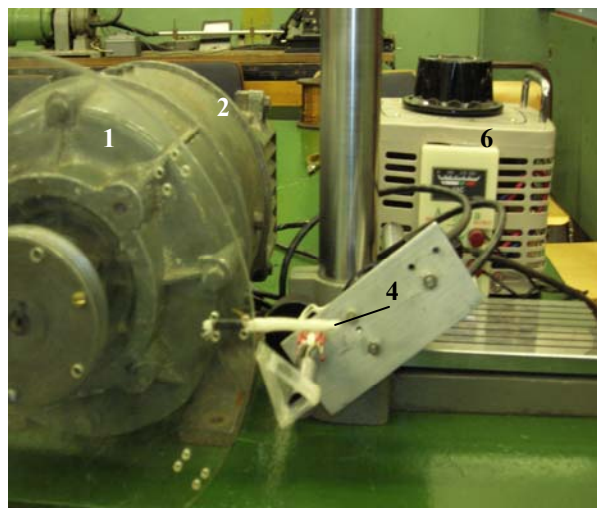


Рис. 1. Экспериментальный стенд:

1 – гладкий диск; 2 – электродвигатель; 3 – упругий элемент; 4 – прядь волокна;
5 – насадка; 6 – лабораторный автотрансформатор

Таблица 1

Уровни варьирования факторов эксперимента

| Фактор | Интервал варьирования | Значение фактора | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|
| | | Нижний уровень (–) | Верхний уровень (+) |
| Линейная скорость диска X_1 , м/с | 8,2 | 16,5 | 32,9 |
| Угол установки колосника X_2 , град | 15 | 35 | 65 |
| Масса пряди волокна X_3 , г | 0,01 | 0,03 | 0,05 |
| Длина пряди волокна X_4 , м | 0,01 | 0,03 | 0,05 |

При проведении эксперимента использовалось трепаное льняное волокно, полученное по традиционной технологии из льняной тресты нормальной степени вылежки сорта «белочка».

Образцы прядей формировались вручную: из льняной тресты нарезались фрагменты длиной 30 и 50 мм, после чего формировались пряди различной массы (30 и 50 мг), что исключает взаимозависимость факторов X_3 и X_4 .

При проведении эксперимента, помимо силы удара Y_3 , определялись следующие выходные параметры: прирост дроблености льняного волокна Y_1 (который измерялся как абсолютная разность количества технических волокон до взаимодействия и после взаимодействия с колосником) и потеря волокна по массе Y_2 (которая определялась

как абсолютная разность массы прядки волокна до и после взаимодействия с колосником).

Результаты экспериментального исследования приведены в таблице 2.

Обработка экспериментальных данных проводилась на ЭВМ при помощи стандартных программ, основанных на регрессионном анализе с надежностью 0,95. В результате после проверки адекватности модели с учетом значимости коэффициентов составлены следующие уравнения регрессии:

– для прироста дроблености:

$$Y_1 = 48,9 - 1,3X_1 - 1,3X_2 + 1,4X_3 - 7,8X_4 + 2,4X_1X_2 + 2,6X_1X_3 + 1,1X_1X_4 - 4,1X_2X_4 + 2,3X_3X_4 + 0,6X_1X_2X_3 - 1,9X_1X_3X_4 + 3,1X_2X_3X_4 + 8,3X_1X_2X_3X_4; \quad (1)$$

– для потери волокна по массе:

$$Y_2 = 10,8 + 3,1X_1 + X_2 + 3,3X_3 + 1,3X_4 + 0,6X_1X_2 + 0,8X_1X_3 + 0,4X_1X_4 + 0,3X_2X_3 + 0,3X_1X_3X_4 + 0,1X_1X_2X_4 + 0,1X_2X_3X_4 + 0,044X_1X_2X_3X_4 \quad (2)$$

– для силы удара:

$$Y_3 = 0,9 + 0,3X_1 + 0,13X_2 + 0,2X_3 + 0,03X_4 + 0,1X_1X_2 + 0,06X_2X_4 - 0,04X_3X_4 - 0,079X_1X_3X_4 + 0,086X_1X_2X_4 \quad (3)$$

Расчет адекватности полученных уравнений показал хорошую сходимость моделей и результатов экспериментальных исследований. Так, для уравнения (1) критерий Фишера $F_p = 2,71$, для уравнения (2) $F_p = 2,84$, для уравнения (3) $F_p = 2,59$; $F_{\text{табл}} = 2,9$.

Анализ уравнений регрессии свидетельствует о том, что для прироста дроблености наиболее значимым фактором является длина пряди во-

локна; для потери волокна по массе – масса волокна и линейная скорость диска; для силы удара – линейная скорость диска и масса пряди волокна, в меньшей степени – угол установки колосника.

Из полученных данных следует, что для пряди волокна длиной 30 мм прирост дроблености изменяется примерно в 2 раза. При возрастании линейной скорости диска и массы пряди волокна возрастает потеря волокна по массе. Так, например, при линейной скорости диска 16,5 м/с потеря волокна по массе составила 4,5 мг, а при 32,9 м/с – 9,7 мг. С увеличением линейной скорости диска и угла установки колосника возрастает сила удара. Так, при угле установки колосника 35° сила удара равна 0,372 Н, а при 65° – 0,492 Н.

ВЫВОД. В результате проведенных экспериментальных исследований получены уравнения регрессии, позволяющие оценить влияние каждого из факторов варьирования на силу удара и характеристики льняного волокна.

Таблица 2

Результаты экспериментального исследования

| № п/п | Уровни факторов | | | | Прирост дроблености Y_1 | Потеря по массе Y_2 , г | Сила удара Y_3 , Н |
|-------|-----------------|-------|-------|-------|---------------------------|---------------------------|----------------------|
| | X_1 | X_2 | X_3 | X_4 | | | |
| 1 | - | + | - | - | 42 | 0,0045 | 0,492 |
| 2 | - | + | + | - | 36 | 0,0100 | 0,669 |
| 3 | - | + | + | + | 31 | 0,0120 | 0,825 |
| 4 | - | + | - | + | 20 | 0,0064 | 0,392 |
| 5 | + | + | - | - | 84 | 0,0097 | 0,987 |
| 6 | + | + | + | - | 76 | 0,0173 | 1,555 |
| 7 | + | + | + | + | 55 | 0,0225 | 1,631 |
| 8 | + | + | - | + | 37 | 0,0123 | 1,532 |
| 9 | - | - | - | - | 53 | 0,0039 | 0,372 |
| 10 | - | - | + | - | 48 | 0,0088 | 0,584 |
| 11 | - | - | + | + | 34 | 0,0103 | 0,734 |
| 12 | - | - | - | + | 23 | 0,0061 | 0,495 |
| 13 | + | - | - | - | 51 | 0,0076 | 0,799 |
| 14 | + | - | + | - | 63 | 0,0144 | 1,341 |
| 15 | + | - | + | + | 59 | 0,0180 | 0,814 |
| 16 | + | - | - | + | 70 | 0,0096 | 0,789 |

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Корабельников А.Р. Процесс взаимодействия волокна с колосником треугольного профиля / А. Р. Корабельников, Д. А. Лебедев, Е. И. Громова // Известия вузов. Технология текстильной промышленности. – 2006. – №4С.
2. Корабельников А.Р. Взаимодействие прядки волокна с колосником в процессе очистки с учетом аэродинамического сопротивления / А. Р. Корабельников, Д. А. Лебедев, Е. И. Громова // Научные труды молодых ученых КГТУ. – 2007. – № 8.

R.V. Korabelynikov, D.A. Lebedev, E.I. Gromova

INFLUENCE OF MAIN PARAMETERS OF FIBRE INTERACTION WITH FIRE BAR UPON IMPULSIVE FORCE AND FLAX FIBRE CHARACTERISTICS