

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ МОКРОЙ БЕСКРУТОЧНОЙ РОВНИЦЫ НА ЕЕ СТРУКТУРУ И ПРОЧНОСТЬ

INFLUENCE OF THE CONDITIONS OF FORMING A WET FREE FROM TWIST ROVING ON ITS STRUCTURE AND DURABILITY

П.Н. РУДОВСКИЙ, А.П. СОРКИН, С.Г. СМЕРНОВА
P.N. RUDOVSKY, A.P. SORKIN, S.G. SMIRNOVA

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

В статье рассматривается влияние режимов формирования мокрой бескруточной ровницы на ее прочность и на процесс образования обвивочных волокон на поверхности ровницы.

Influence of conditions of forming a wet free from twist roving on its durability and formation process of twisting fibers on a roving surface is considered herein.

Ключевые слова: прочность ровницы, обвивка, обвивочные волокна.

Keywords: a roving, durability of a roving, twisting, twisting fibers.

Прочность и структура мокрой льняной бескруточной ровницы, вырабатываемой на ровничной машине РБ-4-ЛО, в значительной мере определяются интенсивностью кручения, создаваемого вьюрком крутильно-формирующего устройства [1]. В формирующем устройстве используется механический вьюрок с постоянным направлением вращения. В установленном режиме работы он создает крутку на участке между вытяжной парой и зажимом вьюрка. Скрученная мычка смачивается и, несмотря на то, что по выходе из зажима вьюрка крутка в ней отсутствует, полученный таким образом продукт (ровница) оказывается уплотненным. При определенных значениях интенсивности кручения свободные концы волокон на поверхности ровницы обвиваются вокруг нее, вызывая дополнительное упрочнение. По нашему мнению, появление эффекта обвивки ровницы свободными концами волокон происходит тогда, когда крутящий момент, создаваемый вьюрком, оказывается меньше момента сопротив-

ления кручению продукта. В этом случае происходит проскальзывание вьюрка по поверхности формируемой ровницы, губки вьюрка захватывают свободные концы волокон и обвивают их вокруг волокнистого сердечника ровницы. Интенсивность такой обвивки превышает интенсивность крутки самой ровницы, которая в данном случае определяется балансом моментов сил трения в зажиме вьюрка и моментом сил сопротивления скручиванию ровницы. В результате этого при снятии крутки на выходе из зажима вьюрка обвивочные волокна на поверхности ровницы не исчезают.

Наличие таких обвивочных волокон обеспечивает упрочнение ровницы при ее формировании за счет возникновения дополнительного давления со стороны этих волокон на волокна сердечника. В [2] представлены результаты экспериментального определения зависимости момента сопротивления кручению ровницы от числа ее кручений и величины предельного значения крутки в зоне между зажимами в вытяжной паре и вьюрком, при которой

начинается проскальзывание вьюрка по ровнице и образование обвивочных волокон.

Актуальной является задача исследования зависимости прочности ровницы от интенсивности ложного кручения k в зоне формирования, превышающей 100 кр/м, определение числа обвивок на поверхности ровницы в зависимости от интенсивности ложного кручения k и выявление рациональной величины данного технологического параметра при формировании бескруточной мокрой ровницы.

За основной критерий, определяющий качество ровницы, была принята ее прочность. Она оценивается максимальной продольной нагрузкой, при которой волокна ровницы не скользят друг относительно друга, то есть предельной нагрузкой, при которой не возникает скрытая вытяжка. Эта нагрузка принималась за разрывную. Известно, что величина разрывной нагрузки P зависит от длины образца, подвергаемого разрыву.

За длину образца l_0 льняной ровницы линейной плотности 550 текс, выработанной на ровничной машине РБ-4-ЛО при различной интенсивности ложного кручения k , нами принималось расстояние от горки корыта прядильной машины до вытяжного прибора, равное 300 мм (для прядильной машины ПМ-88-Л8), так как в данной зоне ровница не контролируется и происходит наибольшее количество обрывов. Испытания на разрыв проводились на разрывной машине РМ-3-1 с 30-кратной повторностью.

Перед испытаниями на прочность, для имитации процесса увлажнения мычки при формировании бескруточной ровницы на ровничной машине, образцы суровой ровницы окунались в воду, отлеживались в течение 10 мин и вновь увлажнялись в течение 8 с для имитации увлажнения в корыте прядильной машины. Указанное

время обработки принималось в соответствии со скоростью выпуска ровницы на ровничной машине (49,9 м/мин), длиной зоны, в которой ровница подвергается увлажнению в процессе формирования (0,25 м), а также скоростью движения ровницы в корыте прядильной машины – скоростью питающего цилиндра вытяжного прибора (1 м/мин) и длиной зоны контакта ровницы с водой в корыте (0,125 м). Эксперименты проводились при четырех уровнях интенсивности ложного кручения в зоне формирования – 123, 171, 220 и 269 кр/м.

В табл. 1 представлены условия проведения эксперимента и полученные числовые характеристики.

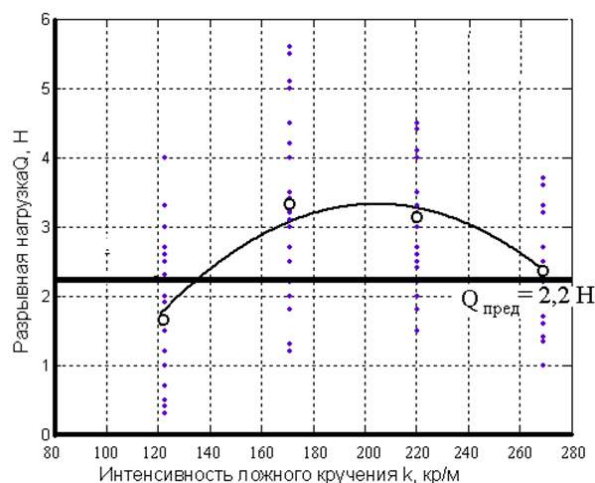


Рис. 1

На рис.1 показаны результаты аппроксимации зависимости разрывной нагрузки ровницы от интенсивности ложного кручения в зоне формирования ($^{\circ}$ – средние значения прочности при интенсивности ложного кручения). Проверка полученной модели по критерию Фишера показала, что модель адекватна с доверительной вероятностью 95%.

Таблица 1

Интенсивность ложного кручения в зоне формирования k , кр/м	123	171	220	269
Среднее значение разрывной нагрузки P , Н	1,69	3,22	3,14	2,43
Среднее квадратическое отклонение σ	0,81	1,33	0,85	0,78
Квадратическая неровнота по разрывной нагрузке C , %	48,9	41,2	27,1	32,1

Как видно из рис. 1, существует тенденция увеличения прочности ровницы с увеличением k от 123 до 220 кр/м. Средняя разрывная нагрузка ровницы P максимальна при $k=220$ кр/м, а при дальнейшем увеличении интенсивности ложного кручения происходит ее снижение.

Как показали эксперименты, ровница, выработанная при $k=123$ кр/м, имеет недостаточную разрывную нагрузку для обеспечения процесса смазывания ее с катушки в процессе прядения. Недостаточную прочность имели и образцы бескруточной ровницы, полученные при $k=269$ кр/м. Прочность такой ровницы близка по значению к предельной $Q_{\text{пред}}=2,2$ Н, не позволяющей по данным [3] производить пряжу на серийном оборудовании. Кроме того, как видно из табл. 1, разрывная нагрузка ровницы, полученной при $k=123$ и 171 кр/м, характеризуется высокой неровнотой ($C>40\%$), что свидетельствует о неравномерности ее структуры и должно негативно сказываться при выработке из нее пряжи.

В результате за наиболее рациональный принят режим формирования ровницы с $k=220$ кр/м. В этом случае ровница имеет достаточную прочность и меньшую квадратическую неровноту по разрывной нагрузке $C=27,1\%$, что свидетельствует о ее более равномерной структуре.

Экспериментально установлено влияние на структуру исследуемой ровницы интенсивности ложного кручения и влияния этого показателя на количество обвивок наружными волокнами волокнистого сердечника. При малой интенсивности ложного кручения бескруточная ровница представляет собой волокнистый некрученный продукт с плоской формой в сечении. При увеличении интенсивности наблюдается процесс обвивки в целом некрученной ровницы концами волокон, находящимися на поверхности. Структура ее меняется, и ровница уже представляет собой некрученный волокнистый сердечник округлого сечения, обвитый концами собственных наружных волокон.

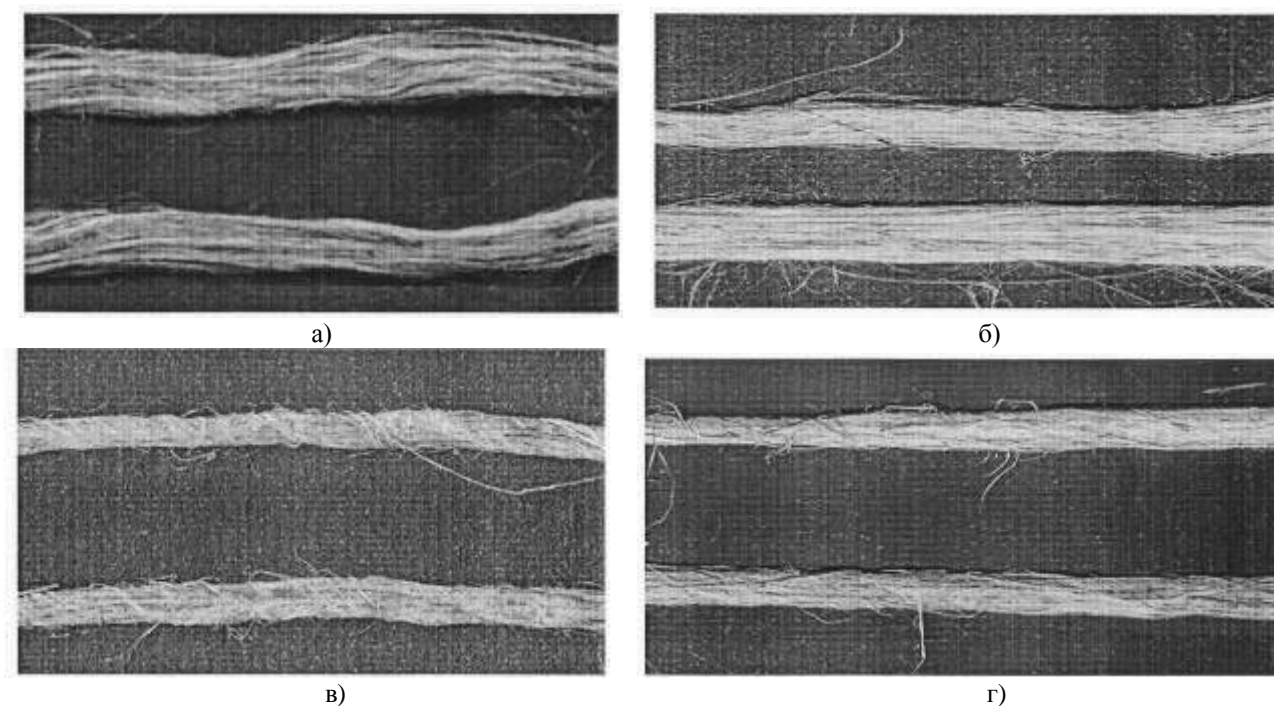


Рис. 2

Из рис. 2 (вид ровницы при интенсивности ложного кручения в зоне ее деформирования: а) 50 кр/м; б) 123 кр/м;

в) 171 кр/м; г) 220 кр/м) видно, что сначала с увеличением интенсивности ложного кручения увеличивается и число обвивочных

волокон на поверхности сердечника. Эта тенденция прослеживается до $k=171$ кр/м, а при $k=220$ кр/м происходит незначительное их уменьшение (рис. 2-г). При $k=50$ кр/м (рис. 2-а) обвивочные волокна практически отсутствуют.

С изменением интенсивности ложного кручения меняется и характер обвивки. При анализе расположения обвивочных волокон на ровнице можно выделить три типа зон: 1 – зона без обвивки; 2 – зона с однонаправленной относительно равномерной обвивкой; 3 – зона с неравномерной, учащенной, двунаправленной обвивкой с большим углом подъема витка.

У ровницы, выработанной при $k=123$ кр/м, наблюдается обвивка волокнистого сердечника зонами 1 и 2 типа. Обвивка носит случайный характер, в основном она однонаправленная, нет четкого шага. Преимущественно наблюдаются зоны без обвивки. Именно этим фактором объясняется недостаточная прочность такой ровницы.

Ровница, полученная $k=171$ кр/м, имеет наиболее интенсивную обвивку среди всех исследуемых образцов. Зоны с относительно равномерной обвивкой (зона 2 типа) чередуются с зонами неравномерной, учащенной, двунаправленной обвивки с большим углом подъема витка (зона 3 типа). Причем преимущественно наблюдаются зоны 3 типа. Толщина обвивочных волокон в этой зоне значительно меньше толщины обвивочных волокон в зоне с равномерной обвивкой.

У ровницы, выработанной при интенсивности ложного кручения $k=220$ кр/м, преимущественно встречаются зоны 2 типа и реже зоны 3 типа, а также встречаются зоны 1 типа без обвивки. Увеличением количества обвивочных волокон, огибающих волокнистый сердечник, объясняется рост разрывной нагрузки бескруточной ровницы при формировании с интенсивностями ложного кручения до $k=220$ кр/м. Из рис. 3-в видно, что число обвивочных волокон у ровницы, выработанной с $k=220$ кр/м, несколько меньше, чем при $k=171$ кр/м. По нашему мнению, это объясняется тем, что при $k>220$ кр/м проис-

ходит разрыв части обвивочных волокон, имеющих наименьшую линейную плотность. При этом количество и длина свободных волокон, которые могли бы обвить сердечник, конечно и максимальное возможное число обвивок приходится на диапазон интенсивностей ложного кручения $k=170...190$ кр/м (рис. 1).

Экспериментально определена зависимость количества обвивок свободными концами наружных волокон поверхности волокнистого сердечника ровницы от интенсивности ложного кручения k . Поверхность ровницы наблюдалась через препарировавшую лупу с 10-кратным увеличением. При этом подсчитывалось количество обвивок на участке длиной 10 см. Эксперименты проводились для разных участков ровницы в 20-кратной повторности.

На рис. 3 представлены результаты аппроксимации зависимости количества обвивочных волокон от интенсивности ложного кручения ($^{\circ}$ – средние значения количества обвивок при соответствующей интенсивности ложного кручения).

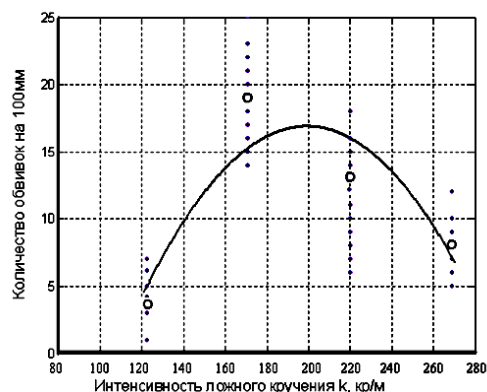


Рис. 3

Из рис. 3 видно, что с увеличением интенсивности ложного кручения в зоне формирования до $k=171$ кр/м число обвивок на единицу длины увеличивается, а при дальнейшем увеличении интенсивности до $k=220$ кр/м происходит уменьшение числа обвивок концов волокон вокруг волокнистого сердечника, что и подтверждает результаты анализа рис. 2. Этот факт и объясняет снижение прочности исследуемой ровницы при $k>220$ кр/м.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что при интенсивности ложного кручения в зоне формирования мокрой бескруточной ровницы, превышающей значение, определяемое балансом момента сил трения по губкам вьюрка и момента сопротивления волокнистого сердечника скручиванию, на поверхности формируемой ровницы появляются обвивочные волокна.

2. Установлена зависимость количества обвивочных волокон на поверхности ровницы и интенсивности ложного кручения в зоне формирования ровницы.

3. Установлена взаимосвязь количества обвивочных волокон на поверхности ровницы и ее прочности при растяжении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ямицков А.В., Рудовский П.Н., Палочкин С.В. Оптимизация технологических параметров формирования бескруточной ровницы, получаемой мокрым способом // Вестник КГТУ. – 2003, № 7. С.23...25.

2. Смирнова С.Г. и др. Экспериментальное определение крутящего момента, создаваемого механическим вьюрком // Вестник КГТУ. – 2009., №21. С. 97...99.

3. Кириллова Е.С., Рудовский П.Н., Соркин А.П. Влияние срока хранения увлажненной бескруточной ровницы на ее качество // Вестник КГТУ. – 2006, №13. С.14...15.

Рекомендована кафедрой теоретической механики и сопротивления материалов. Поступила 10.03.11.