

УДК 677.022; 677.024

**К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПРОЧНОСТИ ПРЯЖИ  
САМОКРУЧЕНОЙ СТРУКТУРЫ**

**ON THE QUESTION OF INCREASING OF YARN DURABILITY  
OF SELF-TWIST SPINNING MACHINE**

*А.А. ТЕЛИЦЫН, Н.А. ЕЛИСЕЕВА*

*A.A. TELITSYN, N.A. YELISEYEVA*

**(Костромской государственной технологической университет)**

**(Kostroma State Technological University)**

E-mail: info@kstu.edu.ru

*В статье приведены данные об успешной эксплуатации отечественных прядильных самокруточных машин ПСК-225-ШГ2. Дано обоснование необходимости проведения работ по повышению прочности самокрученной пряжи. Авторы предлагают назначать длину характерных участков СК-пряжи в зависимости от длины волокон в смеси. Показана актуальность данного исследования для создания СК-пряжи, пригодной для использования в ткачестве.*

*The data on successful operation of domestic self-twist spinning machines PSK-225-SHG2 is presented in the article. The substantiation of necessity of work on increasing of self-twist yarn durability is given. The authors offer to state the length of typical parts of SK-yarn depending on the fibers length. The urgency of the given research for creation of the SK-yarn, suitable for usage in weaving, is shown.*

**Ключевые слова:** прядильная самокруточная машина, самокрученная пряжа, ткачество, прочность пряжи, потенциально разрываемое волокно, потенциально скользящее волокно, длина периода крутки, направление крутки.

**Keywords:** a self-twist spinning machine, a self-twist yarn, weaving, yarn durability, potentially tearing fiber, potentially slipping fiber, length of a twisting period, a direction of twisting.

В настоящее время одним из успешно работающих российских предприятий, производящих высокообъемную пряжу из полиакрилонитрильных волокон, является ЗАО "Суворовская нить". При этом основной объем потенциально объемной пряжи вырабатывается методом совмещенного формирования и кручения на отечественных прядильных самокруточных машинах марки ПСК-225-ШГ2. Разработчиками этих машин являлись ВНИИЛТекмаш (Г. Москва) и Костромское СКБ ТМ, а изготовителем – Душанбинское ПО "Таджиктекстильмаш". Готовая самокрученная пряжа используется в трикотажном производстве.

В настоящее время на ЗАО "Суворовская нить" находятся в эксплуатации 350 машин ПСК-225-ШГ2, выпущенных в период с 1986 по 1991 гг. То есть машины эксплуатируются при двухсменном режиме работы уже в течение 20...25 лет. Это свидетельствует как об эффективности технологии, так и о весьма высоком техническом уровне самой машины, особенно с учетом того, что Душанбинское ПО "Таджиктекстильмаш" в связи с известными событиями перестало функционировать как машиностроительное предприятие и являться поставщиком запасных частей. Поэтому в рамках программы развития отечественного машиностроения было бы целесообразно возобновить производство прядильных самокруточных машин на одном из машиностроительных предприятий РФ. Научно-конструкторское обеспечение

производства мог бы взять на себя Костромской государственный технологический университет (КГТУ), в котором на протяжении последних 20 лет постоянно проводятся НИР по совершенствованию конструкции прядильных самокруточных машин и технологии формирования самокрученного текстильного продукта. Создана научная школа. По данной тематике защищены 1 докторская и 6 кандидатских диссертаций.

Следующей разработкой, выполненной научной школой КГТУ, станет создание методик эффективного управления факторами, влияющими на прочность самокрученного волокнистого продукта. Актуальность этого направления обусловлена целесообразностью создания технологии производства пряжи самокрученной структуры, пригодной к переработке в ткачестве, что значительно увеличит потребность в самокруточных машинах, а затраты на организацию их производства окупятся значительно быстрее.

Обратимся к истории вопроса. В 1981-1982 годах специалистами ЦНИИШерсти в условиях Павлово-Посадского камвольного комбината проводились исследования по использованию самокрученной (СК) пряжи в ткацком производстве. В качестве питающего продукта для машин ПСК-225-ШГ использовалась ровница следующего состава:

1 вариант: шерстяное волокно – 55%, лавсановое волокно – 45%;

2 вариант: шерстяное волокно – 70%, лавсановое волокно – 30%;

3 вариант: шерстяное волокно – 30%, вискозное волокно – 50%, лавсановое волокно – 20%.

Выработка опытных партий СК-пряжи производилась со скоростью выпуска 125 метров в минуту. Параметры, определяю-

щие размеры характерных участков СК-пряжи устанавливались на уровне:

- длина периода самокручения  $T=180$  мм;
- угол сдвига фаз круток 90 градусов.

Результаты лабораторных испытаний полученной СК-пряжи на прочность приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер варианта	Линейная плотность пряжи, текс	Абсолютная разрывная нагрузка, сН	Относительная разрывная нагрузка, сН/текс	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	"Недобор" прочности до уровня кольцевой пряжи, %
1	31x2	564,2	9,1/12,0*	19,8/16,5*	24,2
2	22x2	387,2	8,8/9,5*	20,2/17,0*	7,4
3	31x2	558,0	9,0/10,0*	19,2/16,5*	10,0

\* Под чертой – норматив для пряжи кольцевого способа прядения той же линейной плотности.

По результатам переработки опытных партий специалистами ЦНИИШерсти был сделан вывод о том, что использование СК-пряжи в ткачестве "...невозможно ввиду ее недостаточной прочности, что приводит к нестабильному протеканию технологического процесса из-за высокой обрывности".

Как видно из табл. 1, СК-пряжа действительно "не дотягивает" по среднему значению разрывной нагрузки до аналогичного показателя кольцевой пряжи, хотя, за исключением варианта 1, не так уж и много. Видимо, свою роль играют и более вы-

сокие значения коэффициента вариации по разрывной нагрузке, говорящие о наличии в СК-пряже относительно большего количества "слабых мест". Достаточно очевидно, что главной причиной более низкой прочности СК-пряжи являются особенности ее структуры. Структурные особенности СК-пряжи заключаются в чередовании участков S и Z крутки, разделенных нулевыми зонами, что не позволяет применить ни одну из известных моделей прочности в готовом виде. Общий вид такой пряжи показан на рис. 1 – пряжа самокрученной структуры.

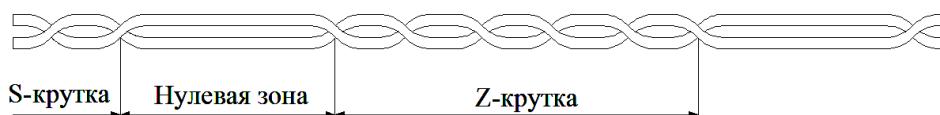


Рис. 1

На наш взгляд, модель прочности СК-продукта должна учитывать геометрические размеры характерных участков пряжи и фактическую длину волокон в их взаимосвязи. Тогда технолог, выполнив необходимые расчеты, сможет осознанно назначать размеры характерных участков в зависимости от длины волокон в смеси по критерию достижения необходимой прочности СК-пряжи.

Предлагаемые нами подходы сводятся к следующим основным положениям.

1. По условиям формирования самокрученной пряжи является, как минимум, двухкомпонентной. Будем называть каждый из двух компонентов стренгой.

2. Все  $m_0$  волокон в каждой стренге следует делить на 2 типа. Определим как потенциально разрываемые те волокна, оба конца которых вработаны в участки крутки сдвоенной структуры. Количество таких волокон в стренге обозначим как  $m_p$ . При этом сразу отметим, что при полуцикловых испытаниях СК-пряжи на прочность

будет разорвана только часть волокон  $m_p$ , поле сил трения на концах которых обеспечит силу трения, превышающую разрывную прочность волокна  $p_0$ . Остальные из  $m_p$  волокон внесут свой вклад в прочность стренги за счет поля сил трения при их проскальзывании относительно окружающих волокон. Определим далее как потенциально скользящие те волокна, один конец которых (левый или правый) располагается в нулевой зоне. Количество таких волокон в стренге обозначим как  $m_c$ . При этом отметим, что часть волокон  $m_c$ , поле сил трения которых обеспечит силу трения, превышающую разрывную прочность волокна  $p_0$ , при полуцикловых испытаниях пряжи на прочность могут быть разорваны. Остальная часть из  $m_c$  волокон будет "работать по определению", то есть вносить свой вклад в прочность стренги за счет скольжения волокон в поле сил трения. Кроме того, в смеске содержится некоторое, очень незначительное количество волокон, оба конца которых располагаются в нулевой зоне. Определим эти волокна как плавающие, а их количество как  $m_n$ . Можно предположить, что вклад этих волокон в прочность пряжи невелик.

3. Необходимо учесть еще одну особенность пряжи самокрученной структуры. Установлено, что крутка по длине пряжи изменяется не только по величине и направлению, но и по виду. Речь идет о крутке  $K$  сдвоенной структуры, остаточной крутке  $K_1$  в стренгах, образующих сдвоенную структуру, крутке  $K_2$ , которую имеет стренга в нулевой зоне.

4. Влияние на прочность пряжи взаимодействия отдельных волокон в стренге друг с другом можно количественно определить при помощи некоторого усредненного значения силы сопротивления перемещению, приходящейся на единицу длины одного волокна в нулевых зонах ( $f$ ) и на участках крутки сдвоенной структуры ( $f_1$ ). Этим исследованиям должно предшествовать установление функциональных связей между заправочными параметрами машины при реализации процесса самокручения и значениями  $f$  и  $f_1$  в нулевой зоне и в зо-

нах крутки сдвоенного компонента применительно к ассортиментному ряду пряж, рекомендованных к использованию в ткачестве.

5. В плане постановки задач последующих материаловедческих исследований можно привести для обсуждения и три возможных, на наш взгляд, подходов к оценке вклада отдельных типов волокон в разрывную прочность самокрученной пряжи.

Подход №1. При прогнозировании прочности СК-пряжи полностью применимы выражения, известные из [1], [2] и используемые для прогнозирования прочности пряжи кольцевого способа:

$$P_{пр} = P_p + P_c,$$

где  $P_{пр}$  – разрывная нагрузка пряжи при полуцикловых испытаниях;  $P_p$  – часть прочности пряжи, обеспечиваемая разрывающимися волокнами;  $P_c$  – часть прочности пряжи, обеспечиваемая трением скользящих волокон.

Подход №2. Поскольку более длинные волокна имеют при приложении к пряже внешней растягивающей силы относительно большее абсолютное удлинение  $\Delta l$ , волокна  $m_p$  начинают "работать" уже после того, как произошло частичное или даже полное растаскивание и разрыв волокон  $m_c$ . В этом случае при нагружении образца процессы происходили бы в следующей последовательности.

1. Начальное удлинение пряжи при приложении внешней растягивающей силы, связанное с распрямлением волокон.

2. Растаскивание волокон  $m_c$ .
3. Разрыв волокон  $m_c$ .
4. Растаскивание волокон  $m_p$ .
5. Разрыв волокон  $m_p$ .

В этом случае необходимо будет установить, в какой же момент происходит то, что мы определяем термином "разрушение пряжи".

Подход №3. Для практического использования окажется корректным полагать, что прочность СК-пряжи определяют разрывающиеся волокна  $m_p$ , оба конца ко-

торых вработаны в участки крутки сдвоенной структуры.

Авторы не исключают вероятность того, что в зависимости от соотношения величины круток на характерных участках пряжи придется применять различные подходы. В целом же поставленная задача разработки полезной для технолога-производственника модели прочности самокрученной пряжи представляется авторам довольно сложной, но вместе с тем актуальной.

## ВЫВОДЫ

1. Более чем 20-летняя эксплуатация прядильных самокруточных машин ПСК-225-ШГ2 на ЗАО "Суворовская нить" свидетельствует как об эффективности самого способа, так и о высоком техническом уровне самой машины.

2. Целесообразно возобновить работы по обеспечению повышения прочности СК-пряжи с целью использования ее в ткачестве.

3. Для обеспечения требуемой прочности длина характерных участков СК-пряжи должна назначаться в зависимости от длины волокон в питающей ровнице или ленте.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Будников В.И., Будников И.В., Зотиков В.Е. и др./ Под ред. В.И. Будникова. Основы прядения. – М.: Гизлегпром, 1945.

2. Корицкий К.И. Основы проектирования свойств пряжи. – М.: Гизлегпром, 1963.

Рекомендована кафедрой теории механизмов и машин, деталей машин и проектирования технологических машин. Поступила 03.06.11.