

ЛЕГКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

УДК 677.022.484.4:677.494

ВЫСОКОРАСТЯЖИМАЯ КОМБИНИРОВАННАЯ ПРЯЖА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА ПРЯДЕНИЯ

А.С. Дягилев

Улучшение потребительских свойств текстильных материалов с помощью эластичных нитей способствует повышению интереса к эластомерным нитям. Мировые мощности по производству эластомерных нитей неуклонно растут. Так, по данным *PCI – Fibres & Materials*, мировое производство эластомерных нитей в 2000 году составляло 199 тысяч тон, а в 2005 г. - 272 тысячи тон. Однако использование чистых эластомерных нитей в ткачестве на существующих станках невозможно, поэтому используют эластичные нити с покрытием (комбинированные нити). Внешне материалы с эластичными нитями не отличаются от материалов из хлопчатобумажных, шерстяных или смешанных пряж, содержащих полиэфирные или нейлоновые нити, однако обладают повышенной растяжимостью по основе или утку. Для покрытия эластомерных нитей могут использоваться пряжи из натуральных или химических волокон, полученные на кольцевой, прядильно-крутильной или пневмомеханической прядильной машине.

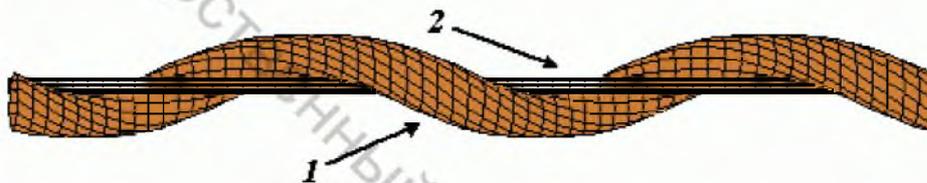


Рисунок 1 – Структура высокоэластичной комбинированной пряжи пневмомеханического способа формирования

Высокоэластичная комбинированная пряжа пневмомеханического способа прядения (рисунок 1) представляет собой эластичный сердечник 2, оплетенный пневмомеханической пряжей 1 [1].

В качестве эластичного сердечника используются полиуретановые нити торговых марок *Lycra*, *Dorlastan*, *Spandex* и др., которые производятся в США, Германии, Японии, Китае, России.

Высокоэластичные полиуретановые нити обладают рядом специфических ценных свойств. Например, при прочности 6 – 8 гс/текс (60 – 80 мН/текс) удлинение таких волокон может достигать 600 – 800%. Таким удлинением обладают только каучукоподобные материалы. Высокоэластичные полиуретановые нити имеют ряд существенных преимуществ перед резиновыми нитями. Основными преимуществами является более высокая прочность (в 2 – 3 раза); более высокая эластичность (в 2 – 3 раза); пониженная плотность (1,2 г/см³ вместо 1,4 г/см³); более высокая устойчивость к истиранию; значительно более высокая устойчивость к многократным деформациям (в 10 – 20 раз).

Известны технологические процессы получения эластичных полиуретановых нитей способами сухого и мокрого прядения. В процессе получения эластичных полиуретановых нитей полимер растворяют в растворителе и полученный прядильный раствор, содержащий 15–30% полимера, пропускают через фильеры и формируют волокно сухим или мокрым способом. В процессе сухого прядения создается высокая температура (150–170 °С) для быстрого испарения растворителя. В процессе мокрого прядения сформированные волокна пропускают через ванну, содержащую водный раствор. Скорость формирования полиуретановой нити сухим способом составляет 500 – 700 м/мин против 40 – 80 м/мин мокрым

способом [3]. Одним из мировых лидеров по производству высокоэластичных нитей является подразделение Dorlastan фирмы Asahi Kasei, производящая высокоэластичные полиуретановые нити способом сухого прядения под торговой маркой Дорластан (Dorlastan) [4].

Химические нити марки Дорластан представляют собой комплексную химическую пряжу из «сегментированного полиуретана» (рисунок 2). Эластичные сегменты, состоящие из полиэстера, при комнатной температуре находятся в состоянии, близком к «жидкому», что гарантирует их высокую гибкость и обеспечивает высокую растяжимость Дорластана. Жесткие сегменты состоят из полиуретана, имеющего кристаллическую структуру, и внедрены в «жидкую» матрицу эластичных сегментов.

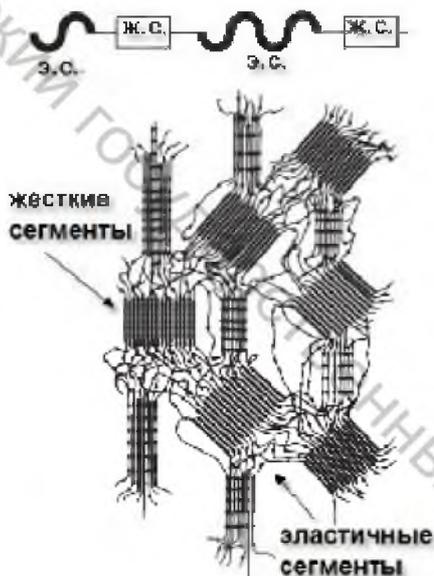


Рисунок 2 – Структура сегментированного полиуретана

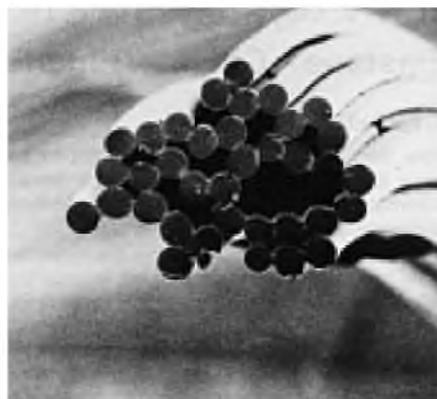


Рисунок 3 – Структура нити Дорластана

Такая молекулярная структура позволяет нити легко переносить многократные циклы растяжения под воздействием нагрузки и возвращаться в исходное состояние после снятия нагрузки.

На рисунке 3 представлено поперечное сечение комплексной высокоэластичной нити фирмы **Bayer** линейной плотностью 480 dtex, состоящей из 36 отдельных волокон [4].

Форма кривых «растяжение – относительное удлинение» комплексных полиуретановых высокоэластичных нитей может иметь вид, представленный на рисунке 4. Эти кривые могут иметь не явно выраженный линейный участок, что обуславливается как структурой эластомерных нитей (они состоят из «сегментированного полиуретана»), так и тем, что элементарные нити, составляющие высокоэластичную нить (рисунок 3), перекручены между собой, и для нитей, находящихся на поверхности и уже имеющих начальную деформацию, и нитей, проходящих в центре комплексной пряжи и не имеющих деформации, сила для сообщения одинакового удлинения будет различна.

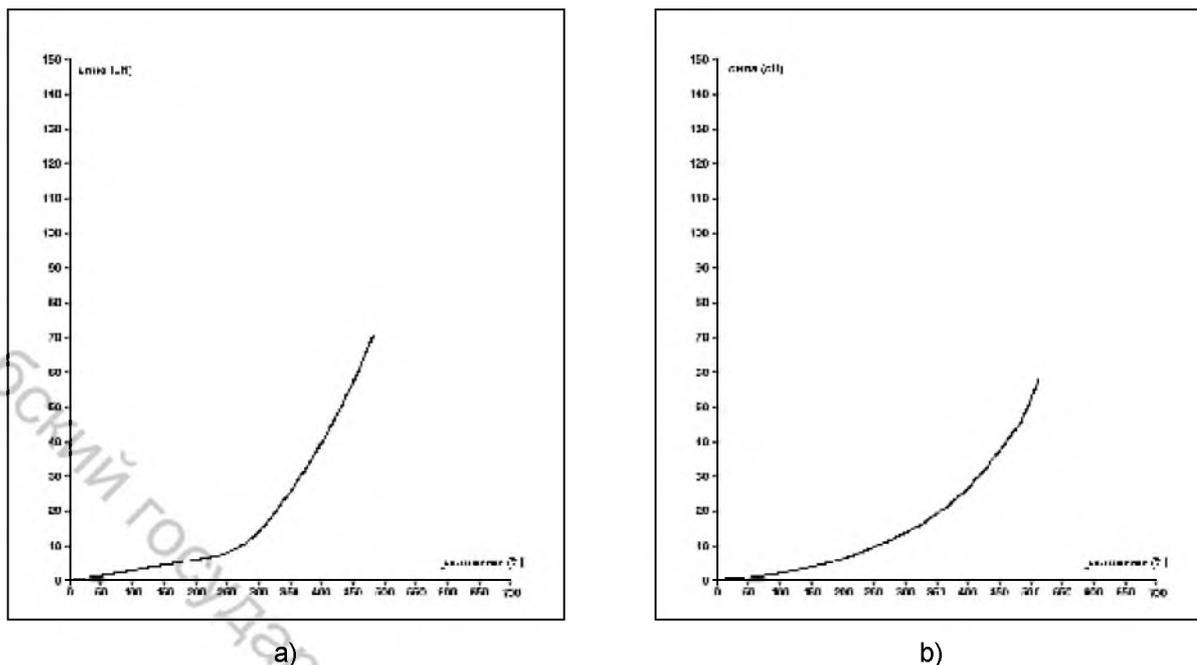


Рисунок 4 – Зависимость «растяжение – относительное удлинение» для:
 а) Dorlastan V 500, 45 dtex; б) Dorlastan V 850, 44dtex

При снятии растягивающей нагрузки эластомерный сердечник полностью восстанавливает свою первоначальную длину (в случае, если деформация не перешла предел необратимой), а обвивающие витки собираются в петли. Таким образом, рабочий участок для эластичного сердечника на кривых «растяжение – относительное удлинение» располагается на отрезке от начала координат до длины распрямленных витков оплетающей пневмомеханической пряжи.

Рабочий участок на кривых «растяжение – относительное удлинение» (рисунок 4) можно определить аналитически, используя для их описания математическую модель. Для описания этих кривых можно использовать полином вида (1):

$$\varepsilon = a_1 p + a_2 p^2 + a_3 p^3 + a_4 p^4 + a_5 p^5, \quad (1)$$

где ε – растяжение эластомерной нити; p – приложенная сила.

Для нахождения коэффициентов a полинома можно использовать формулу Ньютона или Лагранжа. В случае ярко выраженного линейного участка (рисунок 4 а) целесообразно использовать составные кривые и сплайны.

Оплетая нить представляет собой пневмомеханическую пряжу, получаемую на машинах БД-200 или ППМ 120. Пневмомеханическая пряжа отличается малой неровнотой (на 30 – 40% ниже, чем у пряжи кольцевого способа прядения), высокой стойкостью к истиранию, объемностью, стойкостью к многократному растяжению, но не высокой разрывной нагрузкой (на 15 – 25% ниже, чем у кольцевой пряжи).

На кафедре ПНХВ УО «ВГТУ» разработан технологический процесс получения высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханическим способом прядения. Новый технологический процесс позволяет получать высокорастяжимую комбинированную пряжу на модернизированной пневмомеханической прядильной машине ППМ-120-АМ или БД-200. Технология была опробована в условиях ГРУПП «ГРОНИТЕКС» (г. Гродно) и внедрена в РУП «БПХО» (г. Барановичи).

Сущность модернизации машины заключается в подаче высокорастяжимой комплексной нити в рабочую зону прядильной камеры через специальный канал в

роторе прядильной камеры (рисунок 5). Коэффициент растяжения высокорастяжимой комплексной нити определяется отношением скорости ее подачи в прядильную камеру и скорости вывода комбинированной высокорастяжимой пряжи из прядильной камеры и может регулироваться при помощи устройства подачи эластомера в прядильную камеру [2]. Новый технологический процесс позволяет совмещать процесс формирования пневмомеханической пряжи с процессом оплетения эластомерного сердечника, что, принимая во внимание высокую скорость выпуска пряжи на пневмомеханической прядильной машине, позволяет добиться высокой производительности.



Рисунок 5 – Модернизированная пневмомеханическая прядильная камера: а) вид снаружи; б) вид изнутри

Линейная плотность пряжи, вырабатываемой на этих машинах, составляет 15 – 50 Текс. При выработке пряж с малой линейной плотностью необходимо использовать прядильные камеры с меньшим диаметром. Диаметр стандартных прядильных камер машины БД-200 может составлять 33 - 66 мм. Скорость выпуска пряжи до 100 м/мин. Диаметр получаемой паковки до 300 мм, при этом масса получаемой паковки ~2 кг.

На рисунке 6 представлена хлопковая высокорастяжимая пряжа пневмомеханического способа прядения, линейной плотностью **58 Текс**, крутка – 600 кр/м. Линейная плотность эластомерного сердечника – 8 текс, коэффициент растяжения эластомерного сердечника при формировании комбинированной пряжи – 2,5 раза.



Рисунок 6 – Высокорастяжимая пряжа пневмомеханического способа прядения: а) в свободном состоянии; б) в натянутом состоянии

На рисунке 7 приведены зависимости линейной плотности и диаметра высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения от крутки.

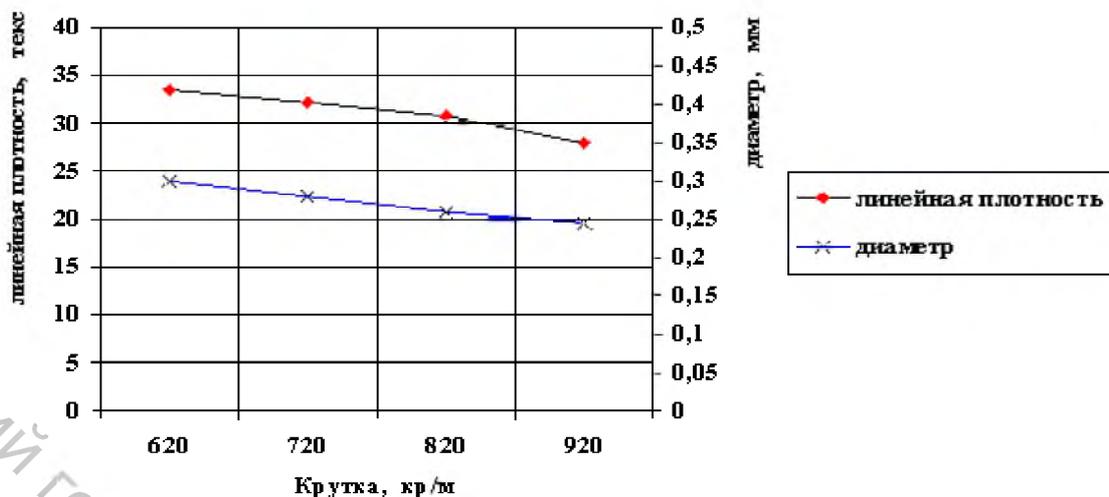


Рисунок 7 – Зависимость линейной плотности и диаметра высокорастяжимой пряжи пневмомеханического способа прядения от крутки

Высокорастяжимая комбинированная пряжа пневмомеханического способа прядения используется при изготовлении спортивной одежды, нижнего белья и т.д., там, где нужно обеспечить хорошую облегаемость и высокие гигиенические свойства. Вложение эластичной составляющей в готовую пряжу, как правило, составляет 2 – 10% и определяется назначением ткани или трикотажа, в котором будет использоваться пряжа. В некоторых случаях, например, в купальных костюмах и одежде для активного отдыха удельное содержание эластомера составляет по массе 20 – 25%.

ВЫВОДЫ

Получен новый ассортимент комбинированных высокорастяжимых пряж, отличающихся высокой объемностью, низкой круткой и малой неравноотой. Технологический процесс получения высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения отличается сравнительно низкой себестоимостью за счет совмещения процесса формирования пневмомеханической пряжи с процессом оплетения эластомерного сердечника.

Список использованных источников

1. Дягилев А.С., Коган А.Г. Модель комбинированной высокорастяжимой пряжи пневмомеханического способа прядения. // Вестник ВГТУ. – 2006. – № 11.
2. Дягилев А.С., Коган А.Г. Технологический процесс получения высокорастяжимой комбинированной пряжи пневмомеханического способа прядения. // Вестник ВГТУ. – 2006. – № 12.
3. Роговин З.А. Основы химии и технологии химических волокон. – Москва: «Химия» 1974
4. Сайт «Asahi Kasei Fibers Corporation» [Электронный ресурс]. – 2006. – Режим доступа: <http://www.dorlastan.com/>

SUMMARY

The article deals with a new assortment of combined elastane yarn which is low twisted and bulked. The combined elastane yarn can be used in fabrics of various purpose to provide stretching and comfort while wearing.

A new technological process gives an opportunity to use modernized spinning machines ППМ-120-AM и BD-200 for producing a new assortment of the yarn.