

УДК 677.027.622:678.744

**УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
ПОЛИАМИДНЫХ НИТЕЙ
НАНЕСЕНИЕМ ПОЛИМЕРОВ-МОДИФИКАТОРОВ**

О.В. КОЗЛОВА, Н.А. ЯКУНИН, М.В. КОНЫЧЕВА

**(Ивановский государственный химико-технологический университет,
Институт химии растворов РАН, г. Иваново)**

Полиамидные (ПА) плетеные технические нити в условиях эксплуатации, как

правило, подвергаются значительным механическим воздействиям. Многие их

важные эксплуатационные характеристики, такие как высокая износостойкость и большая разрывная прочность, при колебаниях температуры и влажности окружающего воздуха, а также длительном действии света, довольно стабильно сохраняются. Однако в условиях повышенной влажности воздуха, из-за пластифицирующего воздействия сорбированной влаги, существенно возрастает деформируемость ПА нитей, в частности, удлинение при растяжении. Это создает трудности для изготовления на их основе изделий, к которым предъявляются жесткие требования по стабильности линейных размеров.

Целью настоящей работы являлась разработка способа снижения деформируемости во влажном состоянии ПА плетеных нитей технического назначения за счет обработки их полимерами-модификаторами. Для модификации использовалась серия пленкообразующих препаратов отечественного производства: акриловые эмульсии, полиуретановые (ПУ) дисперсии, эпоксидисульфаты (ЭС), латексы.

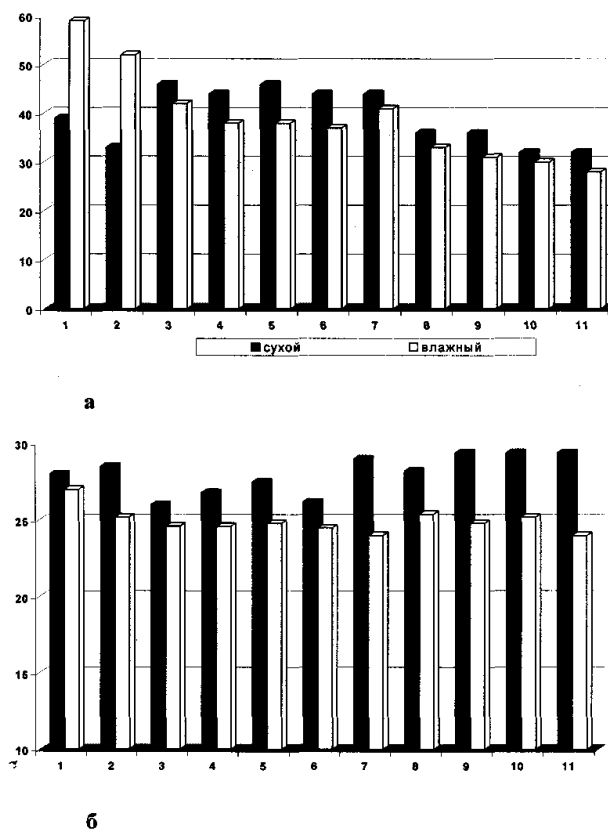


Рис. 1

На рис.1 показано влияние природы пленкообразующих полимеров на удлинение, мм (а) и разрывную нагрузку, кгс (б) полиамидных нитей, модифицированных различными полимерами: 1 – без модификации, 2 – ПВА, 3 – А-805, 4 – А-401, 5 – А-601, 6 – МБМ-3, 7 – СКС-6, 8 – А-101, 9 – ПУ, 10 – А-321, 11 – ЭС.

При производстве плетеных нитей для аркатов (аркат – комплектующая деталь к ткацким станкам) колорирование и отделка их осуществляются композицией на основе ПВА и отечественных связующих. При их использовании деформируемость сухих нитей снижается, однако после увлажнения нитей она остается достаточно высокой (рис. 1-б).

Обработка нитей исследуемыми препаратами приводит к существенному снижению значения их разрывного удлинения во влажном состоянии. По абсолютным значениям этого показателя, являющегося основным критерием при выборе препаратов для улучшения стабильности линейных размеров ПА нитей, наиболее эффективное модифицирующее действие оказывают акриловые эмульсии А-101 и А-321 "Б", ПУ дисперсия С-104 и композиция на основе ЭС. При этом отмечено и некоторое снижение показателей разрывной прочности модифицированных и, особенно, увлажненных нитей, хотя при большом запасе прочности ПА нитей это не сказывается на прочностных показателях, требуемых по ГОСТу.

С целью выяснения причин изменения деформационных свойств модифицированных нитей проводилась оценка их водоудерживающих характеристик. В качестве одной из них использовали величину равновесного влагопоглощения образцов ПА нитей (ω), которую определяли при 20°C в диапазоне относительной влажности воздуха (ϕ) 0...100 %. Эта сорбционная характеристика очень чувствительна к изменениям в структуре полимера под влиянием различных воздействий [1]. На основании полученных данных построены изотермы сорбции (рис. 2) паров воды полиамидными нитями, модифицированными различными полимерами: 1 – без модифи-

катора, 2 – СКС-6, 3 – С-104, 4 – А-321, 5 – ЭДС.

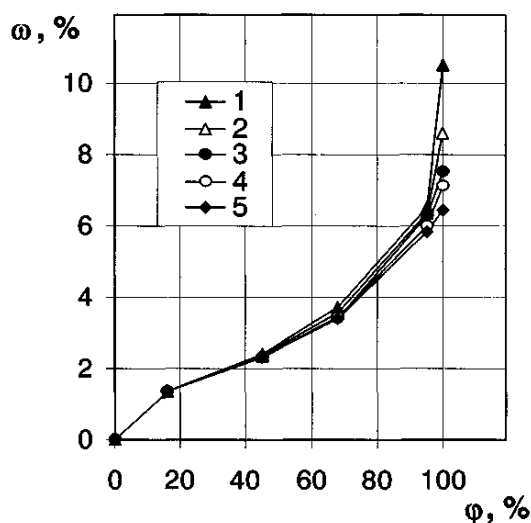


Рис. 2

Анализ хода изотерм показывает, что в диапазоне $\phi = 0-95\%$ значения влагопоглощения обработанных и исходного образцов отличаются друг от друга незначительно. В этом интервале значений влажности воздуха величина сорбции определяется, в основном, растворением воды во внутрифибриллярных аморфных областях волокнообразующего полимера [2]. Следовательно, на этом структурном уровне взаимодействие нанесенных полимеров с ПА нитью не осуществляется.

Резкое отличие в значениях ω наблюдается на заключительном участке изотермы сорбции ($\phi=95...100\%$), когда основным механизмом влагопоглощения становится конденсация паров воды в системе крупных межфибриллярных пор и капилляров. На этой стадии сорбции значения ω у обработанных нитей, по сравнению с исходной, уменьшаются на 0,8...1,4%.

Наблюдаемое снижение обусловлено попаданием при пропитке части модифицирующего полимера во внутриволоконные поры и образованием в ходе последующей термообработки "сшивок" между макромолекулами волокнообразующего полимера, находящимися на поверхности соседних надмолекулярных образований.

Поскольку применяемые препараты полидисперсны по своему составу, то спо-

собностью проникать непосредственно в волокно обладают, по-видимому, фракции полимеров-модификаторов с небольшой степенью полимеризации. Ограничение относительного смещения макромолекул, с одной стороны, уменьшает объем возникающих в ходе набухания микропор и соответственно количество конденсирующейся в них воды, а с другой стороны, является одной из причин снижения разрывного удлинения набухших образцов полиамидной нити. Вследствие этого при оценке эффективности модифицирующего действия исследуемых препаратов наблюдается корреляция в результатах анализа на основе деформационной и сорбционной характеристик.

Согласно сорбционным измерениям (рис. 2) процесс "сшивки" макромолекул внутри волокон наиболее эффективно протекает при обработке ПА-нити эпоксида-сульфатом (ЭДС), затем следует акриловый полимер А-321, ПУ дисперсия С-104, и наименьшую сшивающую способность проявляет латекс СКС-65 (продукт сополимеризации бутадиона со стиролом).

Аналогичная последовательность расположения указанных препаратов следует также из анализа величин разрывного удлинения набухших образцов полиамидной нити (рис.1-а).

Значительный вклад в величину разрывного удлинения увлажненной ПА нити вносит также процесс "проскальзывания" волокон относительно друг друга. Логично ожидать, что часть смолы, остающейся после пропитки и сушки в межволоконном пространстве, способна на стадии термообработки взаимодействовать с макромолекулами, находящимися на поверхности соседних волокон, и за счет образующихся "сшивок" препятствовать смещению волокон при деформационном воздействии.

Для количественной оценки степени подвижности волокон в набухших в воде образцах ПА нити использовали величину водоудерживающей способности (ВУС). Она характеризует количество воды, которое остается в смоченных образцах после их центрифугирования в стандартных условиях ($v=3000$ об/мин, $t=5$ мин).

В этот показатель, помимо влаги, поглощенной волокнами, входит также вода, удерживаемая в межволоконных капиллярах силами поверхностного натяжения. Остальная вода удаляется из нитей при центрифугировании за счет сближения волокон в результате действия центробежных сил.

Образование межволоконных "сшивок" препятствует взаимным перемещениям волокон и приводит к росту величины ВУС, что подтверждают данные, приведенные в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Препарат	ВУС	$\omega=100\%$	Количество воды, %
Без препарата	14,0	9,8	4,2
Эпоксидисульфат	18,6	8,4	10,2
А-321	18,2	8,6	9,6
С-104	15,7	8,7	7,0
Латекс СКС-65	17,4	9,1	8,3

Из табл. 1 следует, что наибольшую эффективность в межволоконной сшивке аналогично, как и во внутриволоконной, проявляют смолы на основе эпоксидисульфата и акрилат.

Проведенные исследования показали, что для модификации ПА нитей можно использовать полиуретаны, эпоксисоединения и акрилаты. Однако в силу экологических соображений и экономической целесообразности рекомендовать в производство можно только акрилаты и полиуретаны.

Осуществлена оптимизация концентрационных (от 60 до 80 г/л) и температурно-временных (160°C, 2,5 мин) параметров модифицирующей обработки полиамидных шнуров. Технология успешно испытана в условиях производства.

В Ы В О Д Ы

1. Исследована возможность применения пленкообразующих препаратов отечественного производства для модификации ПА нитей. Показано, что для улучшения стабильности линейных размеров ПА нитей во влажном состоянии наиболее эффективны акриловые эмульсии А-101 и А-321 "Б", полиуретановая дисперсия С-104 и композиция на основе эпоксидисульфата.

2. Оценены изменения водоудерживающих характеристик ПА нитей после нанесения полимера-модификатора. Показано, что ВУ свойства полиамида, как и стабильность деформационных свойств нитей во влажном состоянии, связаны с образованием внутри- и межволоконных сшивок.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Тагер А.А. Физикохимия полимеров. – 3-е изд. – М.: Химия, 1978.
2. Перепелкин К.Е. Структура и свойства волокон. – М.: Химия, 1985.

Рекомендована кафедрой химической технологии волокнистых материалов. Поступила 07.06.07.