

УДК [677.072.6:677.494.742.3]:687.03

**ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
ПОЛИПРОПИЛЕНОВЫХ ШВЕЙНЫХ НИТОК***В.А. РОДИОНОВ, М.В. САХНИК, О.Ю. ДМИТРИЕВ***(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)**

В последнее десятилетие производство полипропиленовых (ПП) волокон и нитей развивается опережающими темпами по сравнению с другими видами.

Следует отметить также рост производства ПП и изделий из него, в частности, в текстильной промышленности в Российской Федерации. При изготовлении текстильных изделий при их шивании с целью получения однородности свойств готовых изделий целесообразно использовать ПП швейные нитки.

В связи с этим остро стоит вопрос разработки технологии получения ПП швейных ниток из комплексных волокон отечественного и импортного производств. Так, ОАО "Научно-исследовательский институт ниток "Петронить" совместно с предприятиями "АС-ПРЕСС" и ОАО "Курск-Химволокно" проводит большую работу по организации производства суровых и цветных швейных ниток широкого диапазона толщин [1].

В настоящее время при изготовлении ПП мягкой тары (Биг-Бегов) в основном используются ПА и ПЭ нитки, что значительно затрудняет процесс дальнейшей утилизации использованной мешкотары и, кроме того, указанные швейные нитки дороже полипропиленовых. На основании сказанного разработка ассортимента ПП швейных ниток из комплексных большой линейной плотности для пошива мешкотары является актуальной.

На кафедре переработки химических волокон МГТУ им. А.Н.Косыгина ведутся работы по оптимизации технологии произ-

водства ПП швейных ниток двухкруточной структуры линейной плотностью 92,5 текс в два, три и четыре сложения [2].

Наработку опытных образцов осуществляли в производственной лаборатории кафедры на отечественных современных тростильно-крутильных машинах ТКМ-12 и ТКМ-21.

Для определения основных физико-механических свойств как исходных нитей, так и готовых ниток использовали стандартные приборы и типовые методики.

В процессе изучения свойств ПП комплексных нитей при проведении предварительного эксперимента были установлены три фактора, оказывающие наибольшее влияние на физико-механические показатели готовых ПП ниток: величины круток при первом и втором кручении и линейная плотность готовых ниток. Для оценки их взаимного влияния был проведен 3-х факторный эксперимент по матрице Бокс-3 [3].

За основу критериев оптимизации приняты физико-механические показатели, характеризующие свойства ПП комплексных ниток: абсолютная разрывная нагрузка, Н; удлинение при разрыве, %; линейная плотность, текс; удельная разрывная нагрузка, сН/текс; жесткость при кручении, усл. ед.; неравновесность крутки, вит./м; число циклов на самоистирание, усл. ед.; трение об ушко иглы, усл. ед.; разрывная нагрузка в петле, Н; разрывная нагрузка в узле, Н.

Входные параметры (X1, X2, X3), влияющие на физико-механические свойства, приведены в табл. 1, где указаны

факторы и интервалы варьирования показателей как в натуральном, так и кодированном виде.

Таблица 1

Фактор	Кодированное значение фактора	Уровень фактора в кодированном виде			Уровень фактора в натуральном виде			Интервал варьирования
		Н	О	В	Н	О	В	
K ₁ , кр/м	X ₁	-1	0	1	100	150	200	50
K ₂ , кр/м	X ₂	-1	0	1	70	110	150	40
T, текс	X ₃	-1	0	1	185,0	277,5	370,0	92,5

На основании проведенных исследований с помощью метода математического планирования эксперимента получены 10 математических моделей зависимостей физико-механических показателей от варьируемых факторов, что позволяет оп-

тимизировать технологический процесс производства ПП нитей различной структуры, то есть различной линейной плотности.

В качестве примера приведены следующие уравнения регрессии:

прочность нити в петле:

$$Y_{R3} = 30,5 - 1,88x_2 + 9,85x_3 + 1,25x_1x_2 + 0,79x_1x_3 - 1,44x_2x_3, \quad (1)$$

удельная разрывная нагрузка:

$$Y_{R6} = 61,71 - 4,89x_2 - 2,55x_3 - 0,89x_1x_3 - 1,40x_2x_3 - 1,22x_2^2 - 1,2x_3^2, \quad (2)$$

коэффициент трения нити в ушке иглы:

$$Y_{R10} = 0,1828 + 0,0033x_1 + 0,0071x_2 + 0,0083x_3 + 0,0092x_1^2 - 0,0051x_2^2. \quad (3)$$

По регрессионным моделям при использовании программного приложения "MathCad 2001" получены поверхности отклика, в частности, по прочности нити в петле, удельной разрывной нагрузки, коэффициенту трения нити в ушке иглы, приведенные на рис. 1...3 в трехмерном изображении в сечении по одному из факторов.

Анализ графиков свидетельствует, что увеличение первой и второй круток (рис.1) приводит к снижению абсолютной разрывной нагрузки в петле, причем влияние второй крутки несколько сильнее. Это объясняется тем, что при использовании данного сырья при кручении более 100 кр/м сразу происходит снижение этого показателя. При увеличении линейной плотности вырабатываемых швейных ниток происходит увеличение разрывной нагрузки нити в петле, так как снижаются деформации изгиба элементарных нитей в петле.

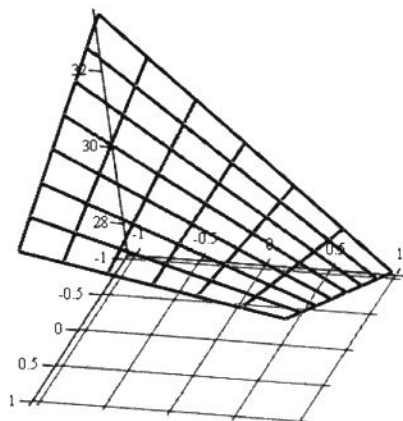


Рис. 1

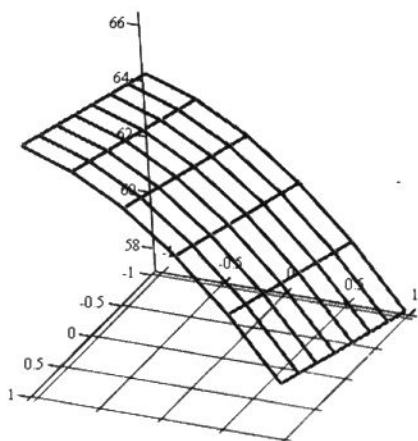


Рис. 2

На рис. 2 показана зависимость удельной разрывной нагрузки от величины второй крутки и линейной плотности. При увеличении второй крутки происходит незначительное увеличение удельной разрывной нагрузки, что объясняется увеличением трения между стренгами швейной нитки, приводящим к ее упрочнению. При увеличении линейной плотности происходит снижение удельной разрывной нагрузки. Это объясняется увеличением неодновременности разрыва составляющих компонентов. Влияние первой крутки минимально.

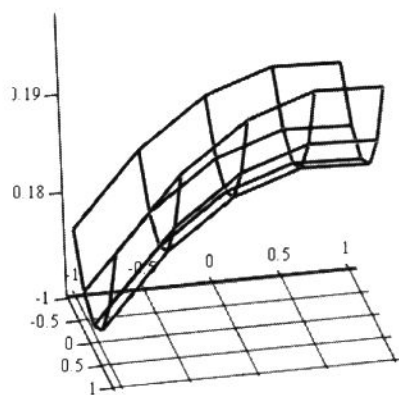


Рис. 3

Зависимость коэффициента трения от величины первой и второй круток изображена на рис. 3. Увеличение первой крутки приводит сначала к уменьшению коэффициента трения, а затем к увеличению; увеличение второй крутки также приводит к повышению коэффициента трения. Это

объясняется тем, что при увеличении первой крутки нить становится компактнее, а при дальнейшем возрастании величины второй крутки нить становится жестче, что способствует возникновению трения в ушке иглы. Увеличение линейной плотности готовой нитки ведет к увеличению площади контакта с иглой, что вызывает увеличение трения.

При построении математической модели оптимизации технологического процесса обнаруживается, что выделить один показатель, характеризующий эффективность процесса, сложно. Вследствие этого выделяют несколько таких показателей, экстремальные значения которых отвечают представлениям об эффективности процесса.

С целью достижения экстремальных значений нескольких показателей эффективности формулируем многокритериальную задачу. Следует учитывать, что она не имеет однозначного решения и результатом является некоторый компромиссный вариант, обычно достаточно хороший по главным показателям эффективности и приемлемый по другим критериям [5].

При решении такой задачи необходимо выделить несколько значимых показателей, влияющих на физико-механические свойства готового изделия, и ранжировать их. В качестве таких показателей выбраны следующие: удельная разрывная нагрузка, характеризующая прочность нити; коэффициент трения в ушке иглы и разрывная нагрузка в петле, показывающая прочность нити при эксплуатации текстильных изделий.

С учетом данных исследований были даны рекомендации по выбору оптимальных значений технологических параметров при производстве ПП крученых нитей.

В результате переработки ПП швейных ниток при пошиве Биг-Бегов были получены положительные результаты, подтвердившие правильность выбранных оптимальных технологических параметров производства швейных ниток линейной плотностью ПП 92,5текс \times 1 \times 3, которые отвечают современным требованиям.

ВЫВОДЫ

1. Получены математические модели, позволившие оптимизировать технологический процесс производства ПП швейных ниток.

2. Решение многокритериальной задачи позволило достичь экстремальных значений нескольких показателей, что увеличило эффективность выбора компромиссного варианта при выборе оптимальных значений критериев.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беденко В, Полушкин А. // Технический текстиль. – 2002, №4. С.34...37.

2. Сахник М.В. Разработка ассортимента ПП швейных ниток для пошива мешкотары // Тез. докл. межвуз. научн.-техн. конф.: Современные проблемы текстильной и легкой промышленности. – М.: РосЗИТЛП, 2002. Ч. 1. С.36.

3. Севостьянов А.Г. Методы и средства исследования механико-технологических процессов в текстильной промышленности. – М.: Легкая индустрия, 1980.

4. Севостьянов А.Г., Севостьянов П.А. Оптимизация механико-технологических процессов текстильной промышленности. – М.: Легпромбытиздат, 1991.

Рекомендована кафедрой переработки химических волокон. Поступила 03.06.04.