

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ПАРАМЕТРОВ ТРИКОТАЖА ПРЕСС-УТОЧНЫХ ПЕРЕПЛЕТЕНИЙ ОТ ПРОЦЕССА ВЯЗАНИЯ

З.А. Вадачкория, Н.М. Абесадзе

Кутаисский государственный университет им. Ак. Церетели, Грузия

Проведен анализ процесса вязания трикотажа пресс-уточных переплетений. Получена зависимость, характеризующая связь между длиной нити в петле и независимыми переменными. Установлены пределы варьирования натяжения уточных и грунтовых нитей при вязании пресс-уточных переплетений. Методами математического планирования и обработки результатов эксперимента получены зависимости длин нитей в петлях грунта и утка от натяжения нитей разных систем. Показано, что при современном уровне развития техники применяется много механизмов и приспособлений, основное назначение которых состоит в создании определенной длины нити в петлях при вязании. Этому предшествовало исследование как процесса петлеобразования, так и свойств перерабатываемой нити.

Ключевые слова: петля, петлеобразование, уток, грунт, нить, натяжение.

Введение. Известно, что длина нити в петле зависит от глубины кулирования, натяжения провязываемой нити, величины оттяжки полотна, толщины перерабатываемой нити, её крутки, фрикционных свойств нити, из которой формируется петля.

При современном уровне развития техники применяется много механизмов и приспособлений, основное назначение которых состоит в создании определенной длины нити в петлях при вязании. Этому предшествовало исследование как процесса петлеобразования, так и свойств перерабатываемой нити [1].

Методы исследования. Аналитический подход для определения поведения нити для нашего случая неприемлем, т.к. процесс петлеобразования настолько сложный, что не поддаётся теоретическому изучению. Поэтому выяснить механизм явлений, т.е. найти математическую модель процесса петлеобразования, возможно лишь экспериментально.

Активный метод предъявляет высокие требования к эксперименту. Он предусматривает проведение эксперимента по заранее разработанной программе. Кроме этого, должны выполняться две предпосылки. Одна из них может быть сформулирована так: заранее задана математическая модель (заданы число независимых переменных и порядок полинома). Вторая предпосылка: независимые переменные измеряются без ошибок. В пассивном эксперименте эта предпосылка постоянно нарушается – ошибка в измерении независимой

переменной нередко оказывается сравнимой с величиной варьирования этой переменной.

Постановка задачи. Для создания математической модели, описывающей процесс петлеобразования, надо отыскать зависимость, характеризующую связь между параметром процесса, подлежащим исследованию (в нашем случае этим параметром является длина нити в петле), и независимыми переменными (факторами). Исследования проводились на трехгребеночной основовязальной машине. Трикотаж вырабатывался двумя гребёнками, заправленными полиэфирными нитями лавсан линейной плотностью 5 текс. В процессе исследования изменялась величина натяжения грунтовых и уточных нитей. Величина силы оттяжки полотна фиксировалась на минимальном уровне, обеспечивающем отвод наработанного полотна из зоны вязания [2].

Результаты исследования и их обсуждение. В качестве параметра оптимизации принимали одну длину нити в петле $У$ (мм). Независимыми переменными, или факторами на основе априорной информации и анализа процесса вязания были выбраны следующие величины: X_1 – натяжение грунтовых нитей, cH ; X_2 – натяжение уточных нитей, cH . На основе данных предварительного эксперимента, учитывая стабильность осуществления процесса вязания, были определены уровни факторов и интервалов варьирования.

Создание заданных уровней натяжения нитей основы осуществлялось с помощью электронного прибора, в котором преобразователь натяжения нити в электрический сигнал имеет упругий элемент. В последнем закреплены тензорезисторы, соединенные в мостовую схему. Тарировочное натяжение состояло в заправке системы нитепроводников сетью, один конец которой входил в петлеобразующую систему, а ко второму подвешен груз.

Записывающее устройство представляет собой быстродействующий самопишущий прибор (БСП), обеспечивающий чернильную запись натяжения нити в криволинейной системе координат на бумажной диаграммной ленте. Значительные коэффициенты усиления широко распространенных тензоусилителей и высокая чувствительность БСП позволяют с большой точностью отобразить изменение натяжения нити при вязании.

Известно, что при выработке трикотажа из нескольких систем нитей на натяжение нитей каждой отдельной системы оказывает влияние натяжение других систем нитей. Так как X_1 и X_2 должны быть независимыми переменными, была проверена величина влияния натяжения одной системы нитей на величину натяжения нитей другой системы в пределах нижнего и верхнего уровней натяжения. Для этого был проведен следующий эксперимент. Натяжение одной системы нитей устанавливалось максимальным и минимальным в пределах выбранного интервала варьирования. Одновременно регистрировалось изменение натяжения во второй системе нитей. Отношение абсолютной величины изменения натяжения второй системы к величине

первоначального было выбрано в качестве показателя их относительного изменения, который и характеризовал влияние натяжения обеих систем нитей:

$$O = \frac{\Delta T}{T} \cdot 100\%,$$

где O - относительное изменение натяжения нитей, %; ΔT - изменение натяжения одной системы нитей при изменении натяжения другой, cH ; T - первоначальное натяжение, cH .

В эксперименте было получено относительное изменение натяжений: $\approx 3...4\%$. Следовательно, с достаточной для практики точностью можно считать, что в данном случае в пределах нижнего и верхнего уровней натяжения изменение нитей одной из основ не влияет на величину натяжения нитей другой основы.

Для построения линейной модели был проведен полный двухфакторный эксперимент. Построенная по результатам полного факторного эксперимента линейная модель оказалась неадекватной. В связи с этим перешли к планированию второго порядка, и план полного факторного эксперимента был достроен до плана второго порядка добавлением к “ядру” звездных и нулевых точек. Величина “звездного” плеча (расстояние от нулевой точки до “звездной” по оси координат) определялась из соотношения

$$\pm a = \pm 2^{k/4} = \pm 1,414,$$

где a – величина “звездного” плеча; K – число варьируемых факторов.

Число опытов определялось из соотношения

$$N = 2^k + 2^k + n_o; \quad N = 13,$$

где n_o - число нулевых точек.

В результате план эксперимента принял вид центрального ротатабельного композиционного плана второго порядка с одинаковым повторением числа опытов во всех точках плана. Функция отклика аппроксимируется в виде полинома

$$Y = b_o + \sum_{i=1}^k b_i x_i + \sum_{i=j}^k b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^k b_{ii} x_i^2.$$

В табл. 1 приведены интервалы варьирования, с помощью которых задается переход от натуральных переменных X_1 и X_2 к кодовым переменным X_1 и X_2 , принимающим на концах интервалов значения $\pm a = \pm 2^{k/4} = \pm 1,414$.

Ранее уже отмечалось, что одним из требований, предъявляемых к материалу, является определенный размер отверстий в полотне. Линейные размеры отверстий зависят, в основном, от длин петель грунтовой и уточной нитей. Поэтому в качестве выходного параметра, подлежащего оптимизации, выбраны:

- 1) длина нити в петле грунта ℓ_r (вместе с наброском);
- 2) длина нити в петле утка ℓ_y .

Таблица 1

Интервалы варьирования						
	Основной уровень	Интервал варьирования	Верхний уровень	Нижний уровень	Верхний “звездный” уровень	Нижний “звездный” уровень
X ₁	8,0	2,8	10,8	5,2	12	4
X ₂	6,0	2,8	8,8	3,2	10	2

В табл. 2 даны матрица планирования и результаты эксперимента при изучении длины нити в петле грунта.

Таблица 2

Матрица планирования и результаты эксперимента							
U	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	y _u
1	+	-	-	+	+	+	11,1
2	+	+	-	+	+	-	7,1
3	+	-	+	+	+	-	11,6
4	+	+	+	+	+	+	7,7
5	+	-1,414	0	2	0	0	1,4
6	+	+1,414	0	2	0	0	7,8
7	+	0	-1,414	0	2	0	7,9
8	+	0	+1,414	0	2	0	8,9
9	+	0	0	0	0	0	8,6
10	+	0	0	0	0	0	8,5
11	+	0	0	0	0	0	8,7
12	+	0	0	0	0	0	8,4
13	+	0	0	0	0	0	8,8

При проведении регрессионного анализа имеем следующие формулы:

$$b_o = R_1 \sum_{u=1}^N y_u = R_2 \left(\sum_{u=1}^N x_{1u}^2 y_u + \sum_{u=1}^N x_{2u}^2 y_u \right); \quad b_i = R_3 \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 y_u;$$

$$b_{ii} = R_4 \sum_{u=1}^N x_{iu}^2 y_u + R_5 \left(\sum_{u=1}^N x_{1u}^2 y_u + \sum_{u=1}^N x_{2u}^2 y_u \right) - R_2 \sum_{u=1}^N y_u;$$

$$b_{ij} = 2R_u \sum_{u=1}^N x_i x_j x_u.$$

Геометрическое изображение факторного пространства представляет собой гиперболический параболоид. Придавая параметру y некоторые фиксированные значения, получим контурные кривые равного выхода (см. рис.). Располагая серией кривых равного уровня (гипербол), можно отыскать величины натяжения нитей грунта и утка для получения заданной длины петли грунта [3].

Аналогичным образом строим математическую модель процесса при исследовании длины нити в петле утка. Экспериментальные значения длин петель указаны в крайнем правом столбце матрицы (табл.3) [4].

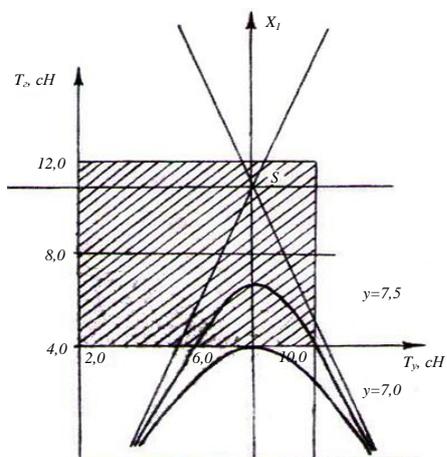


Рис. Зависимость длины нити в петле грунта от натяжения нитей грунта и утка

Таблица 3

Матрица планирования и результаты эксперимента

U	X ₀	X ₁	X ₂	X ₁ ²	X ₂ ²	X ₁ X ₂	y _u
1	+	-	-	+	+	+	4,4
2	+	+	-	+	+	-	5,1
3	+	-	+	+	+	-	2,4
4	+	+	+	+	+	+	2,7
5	+	-1,414	0	2	0	0	2,9
6	+	+1,414	0	2	0	0	3,8
7	+	0	-1,414	0	2	0	5,8
8	+	0	+1,414	0	2	0	2,0
9	+	0	0	0	0	0	3,6
10	+	0	0	0	0	0	3,4
11	+	0	0	0	0	0	3,5
12	+	0	0	0	0	0	3,2
13	+	0	0	0	0	0	3,3

Полученное факторное пространство является гиперболическим параболоидом. Если у получает конкретные величины (у = 6,5; 4,3), в сечении параболоида образуются кривые равного уровня в форме гипербол.

Заключение. Вышеприведенные уравнения позволяют предсказывать значения длин петель грунта (вместе с набросками) и наработку уточных нитей при различных значениях величин натяжений грунтовых и уточных нитей, а также определить заправочную величину натяжений нитей другой гребёнки при заданных значениях величин петель и натяжения нитей одной из гребенок.

Графические зависимости (см. рис.) достаточно хорошо соответствуют экспериментальным данным. По графикам можно сделать вывод, что трикотаж с одной и той же длиной нити в петле может быть получен при разных соотношениях натяжений грунтовых и уточных нитей.

