

УДК 677.02

РЕГРЕССИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ОТЖИМА ТКАНИ

В. А. МАРТЫШЕНКО, А. Р. МИТЛЕНЕР, А. В. ПОДЪЯЧЕВ

(Костромской государственной технологической университет)

Факторами, влияющими на остаточную влажность текстильного материала (ТМ) после обработки в валковом устройстве, являются погонная нагрузка q в жале валов, кН/м; скорость v проводки ТМ, м/мин; температура t удаляемой жидкости, °С; приведенный диаметр валов; твердость покрытия; свойства ТМ; суммарная толщина упругого слоя. Наиболее значимы первые три фактора.

С использованием методов математического планирования эксперимента и регрессионного анализа нами разрабатывается модель отжима, учитывающая влияние q , v , t и свойства ТМ (поверхностную плотность ткани r , кг/м²) на остаточную влажность.

На экспериментальном стенде [1] (нижний вал стальной диамет-

ром 265 мм; верхний обрезиненный диаметром 320 мм, резиновое покрытие марки 2-610-7, твердость по Шору А 55 усл. ед., толщина 24 мм) для трех тканей льняной группы (арт. 052115, $r=0,151$ кг/м²; арт. 052347, $r=0,179$ кг/м² и арт. 052334, $r=0,228$ кг/м²) поставлен эксперимент по D-оптимальному плану второго порядка — плану Коно, предусматривающий 21 опыт для трех факторов и обеспечивающий максимальную точность в оценках коэффициентов регрессии. Каждый опыт имел трехкратную повторность. Факторы варьировались на уровнях: q — 40, 50, 60 кГ/см; v — 42, 61, 80 м/мин; t — 20, 40, 60 °С.

Из ткани каждого артикула ткани согласно ГОСТ 3810—72 отобрано по 63 образца с длиной по основе 800 мм и шириной 120 мм (во избежание краевых эффектов при ширине валков 150 мм). Масса образца около 15 г.

Образцы замачивались в воде соответствующей температуры в течение 1 ч. С целью установления стабильности тепловых процессов валки работали на холостом ходу, погруженными в воду заданной температуры, которая контролировалась термометром, а температура поверхности валков — термопарой.

Остаточная влажность образцов определялась согласно ГОСТ 3816—81. Результаты эксперимента для ткани арт. 052334 приведены в табл. 1. Для других тканей получены аналогичные результаты.

Таблица 1

t	v	q	$W, \%$			$W_{\text{эксп.ср.}} \%$	$W_{\text{теор.}} \%$	$\frac{W_{\text{эксп.ср.}}}{W_{\text{теор.}}} \%$
			1	2	3			
0	0	0	91,3	91,8	91,9	91,7	89,6	1,9
+	+	+	84,7	85,5	87,2	85,8	87,0	-1,2
+	-	+	85,1	82,3	84,6	84,0	81,0	3,0
-	-	+	84,1	83,8	87,5	85,2	88,5	-3,3
-	+	+	92,8	93,3	94,4	93,5	94,5	-1,0
+	+	-	85,5	92,5	91,8	89,9	90,7	-0,7
+	-	-	85,8	83,1	85,1	84,6	84,7	-0,0
-	-	-	86,0	87,2	93,5	88,9	92,2	-3,2
-	+	-	101,5	100,4	94,8	98,9	98,2	0,7
+	0	+	83,9	83,4	80,2	82,5	84,0	-1,4
0	-	+	84,7	84,9	83,5	84,4	84,7	-0,3
-	0	+	88,6	94,4	86,1	89,7	91,5	-1,7
+	-	0	82,3	82,9	77,2	80,8	82,8	-1,9
-	-	0	97,6	89,6	91,6	93,0	90,3	2,6
-	+	0	97,6	92,5	91,4	93,9	96,3	-2,4
+	+	0	89,1	90,8	91,3	90,4	88,8	1,5
0	+	+	88,3	90,7	88,8	89,3	90,7	-1,4
+	0	-	88,5	87,6	94,7	90,3	87,7	2,6
0	-	-	86,2	87,9	87,2	87,1	88,4	-1,3
-	0	-	89,9	93,6	89,8	91,1	95,2	-4,0
0	+	-	92,5	92,5	93,4	92,8	92,2	0,5

Для обработки результатов эксперимента использован стандартный регрессионный анализ [2]. Получены регрессионные модели для каждой ткани $W=f(t, v, q)$ и обобщенная модель с учетом поверхностной плотности $W=f(t, v, q, r)$.

Рассмотрим получение последней модели. Эксперимент состоял из 63 опытов по три наблюдения в каждом. Выбор регрессионной модели

проводили методами включения и исключения, ограничиваясь полиномом второй степени. Согласно первому методу исследование начинали с модели, состоящей из свободного члена, добавляя один за другим остальные регрессоры. На каждом шаге проверяли коэффициенты модели на значимость по критерию Стьюдента, а модель после корректировки на адекватность — по критерию Фишера. В соответствии со вторым методом исследования начинали с полинома второй степени, постепенно отбрасывая незначимые коэффициенты и проверяя модель на адекватность.

В обоих случаях выбрана линейная модель от всех четырех факторов:

$$W = 86,445 - 0,188t + 0,158v - 0,185q + 45,088r.$$

Нормирование коэффициентов регрессии [2] позволило сделать выводы о значимости того или иного фактора на остаточную влажность. Уравнение регрессии с нормированными коэффициентами имеет вид

$$W = -0,615t + 0,493v - 0,303q + 0,265r.$$

Остаточная влажность ткани после отжима снижается с увеличением температуры и нагрузки в жале валов, а также с уменьшением скорости и плотности материала. Степень влияния каждого фактора оценивается нормированными коэффициентами модели. Применительно к производственным условиям варьирование t и v для уменьшения остаточной влажности сильно ограничено, поэтому доступнее изменять давление в жале валов.

Таблица 2

Артикул ткани	№ опыта	t , °С	v , м/мин	q , кг/см	$W_{\text{эксп. ср.}}$, %	$W_{\text{теор.}}$, %	$\frac{W_{\text{эксп. ср.}}}{W_{\text{теор.}}}$, %
0	7	20	61	50	94,6	93,3	1,3
5	8	40	61	40	89,0	91,4	-2,4
2	9	40	42	50	88,7	86,6	2,1
3	10	40	80	50	93,3	92,6	0,7
3	11	40	61	60	87,9	87,7	0,2
4	12	60	61	50	87,3	85,8	1,5

Дополнительно для проверки адекватности регрессионной модели проведено 18 опытов по три наблюдения в каждом. Результаты эксперимента для ткани арт. 052334 и расчетные значения влажности приведены в табл. 2. Таким образом, данная модель может быть использована для проектирования валковых механизмов и при проверке адекватности математических моделей процесса отжима.

В ы в о д ы

Для случая обработки льняных тканей получена регрессионная модель процесса отжима, учитывающая влияние поверхностной плотности ткани на ее влажность после отжима.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Маргышенко В. А. и др.*//Текстильная промышленность. — 1994, № 11-12.
2. *Вучков И., Бояджиева Л., Солаков Е.* Прикладной линейный регрессионный анализ. — М.: Финансы и статистика, 1987.

Рекомендована кафедрой сопротивления материалов. Поступила 06.12.96.
