

Н. Ф. Пигильдин

## ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЦЕСС ОКОРКИ ДРЕВЕСИНЫ В РОТОРНЫХ СТАНКАХ

Окорка круглых лесоматериалов — сложный процесс. Несмотря на многочисленные исследования в этой области, все еще не установлены оптимальные режимные характеристики, конструкции вращающихся узлов станков.

На ход окорки древесины влияют около 50 факторов, причем каждый из них может быть представлен не менее 5—6 уровнями. Поэтому при исследовании целесообразнее использовать статистический метод вместо детерминированного, на котором базируются все известные работы в области окорки.

При статистической методике исследований первоначальный отбор 14 факторов производится путем априорного ранжирования, основанного на методах ранговой корреляции [1]. Это позволяет отнести на шумовое поле 31 несущественный фактор. Отобранные факторы из дальнейших исследований отсеиваются с помощью эксперимента, основанного на известном методе случайного баланса, который позволяет не только провести ранжирование факторов по степени их влияния, но и раскрыть сложность и неоднозначность их действия.

Таблица 1

Матрица планирования эксперимента

Количество опытов	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>4</sub>	X <sub>5</sub>	X <sub>6</sub>	X <sub>7</sub>	X <sub>8</sub>	X <sub>9</sub>	X <sub>10</sub>	X <sub>11</sub>	X <sub>12</sub>	X <sub>13</sub>	X <sub>14</sub>	Выход y, %
1	—	—	+	+	+	—	+	—	+	—	+	+	—	+	45,6
2	+	—	—	+	—	—	—	—	—	+	—	—	—	+	21,0
3	—	+	—	+	+	—	—	+	+	+	+	—	+	—	10,8
4	+	+	+	+	—	+	—	—	+	—	—	+	—	+	100,0
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17,1
6	+	—	+	—	+	+	+	—	+	+	+	—	+	+	77,1
7	—	+	+	—	—	+	+	—	+	+	—	+	+	—	85,4
8	+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	+	—	—	+	73,3
9	—	—	—	—	—	+	—	—	—	—	+	+	+	+	70,6
10	+	—	—	—	—	+	—	—	—	—	—	—	+	+	29,8
11	—	+	—	—	+	—	+	—	+	—	—	—	—	—	25,3
12	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	95,9
13	—	—	—	+	+	+	—	+	—	+	+	+	+	—	3,2
14	+	—	+	+	—	—	+	+	+	—	+	+	—	—	52,8
15	—	+	+	+	—	—	+	+	+	+	—	+	+	+	65,1
16	+	+	—	+	+	+	+	+	—	—	—	+	—	+	55,8

Исследования выполнены согласно матрице планирования эксперимента (табл. 1) на разработанном нами стенде, предназначенном для комплексного изучения окорки древесины на роторных станках.

Стенд и условия работы позволили стабилизировать все факторы на различных уровнях (табл. 2). Скорость ротора от 150 до 500 *об/мин* задавалась коробкой переменной передачи, подача бревна — трехскоростным электродвигателем и сменным шкивом. Жесткости крепления бревна, упругого и жесткого короснимателей определялись разработанными нами устройствами. Упругим элементом короснимателей служили резиновые кольца, физическое состояние древесины поддерживалось холодильным агрегатом. Необходимая частота колебания механизма прижима короснимателей достигалась за счет дополнительных грузов и изменения жесткости резиновых колец.

Таблица 2

Факторы на различных уровнях

Факторы	Обозначение	Уровень	
		верхний (+)	нижний (—)
Состояние ели, град . . . . .	$X_1$	18	28
Влажность, % . . . . .	$X_2$	110	60
Сила прижима, кгс/см . . . . .	$X_3$	40	10
Износ, мм . . . . .	$X_4$	0	3
Скорость короснимателя, м/сек . . . . .	$X_5$	7	0,6
Тип заточки короснимателя, град . . . . .	$X_6$	0	15
Собственная частота колебания механизма прижима, гц . . . . .	$X_7$	10	0,5
Поперечное сечение ствола (отношение периферийного контура к периметру вписанного круга)	$X_8$	14	1,0
Диаметр, см . . . . .	$X_9$	30	8
Жесткость короснимателя, кгс/мм . . . . .	$X_{10}$	200	50
Радиус лезвия короснимателя, мм . . . . .	$X_{11}$	4	0,2
Угол заточки короснимателя, град . . . . .	$X_{12}$	65	40
Скорость подачи бревна, м/мин . . . . .	$X_{13}$	24	3
Жесткость крепления бревна, кгс/мм . . . . .	$X_{14}$	150	10

Повреждения поверхности оценивались отношением площади поврежденной поверхности к площади боковой поверхности образца  $y$  (%), занесенных на бумажную кальку, а дальнейшая обработка — планиметром.

При отсеивающем эксперименте с помощью метода случайного баланса работа делилась на две стадии: сначала по матрице случайного баланса проводился активный эксперимент, включающий шестнадцать опытов, а затем по диаграмме рассеяния (рис. 1) с помощью методов выделившихся точек и медиан (величины разностей медиан для каждого фактора выделены линиями) визуально оценивались и выделялись значимые факторы  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_9, X_{13}, X_{14}$ , влияющие на качество удаления луба. Окончательная обработка экспериментального материала производилась на ЭВМ «Минск-22» с использованием алгоритма случайного баланса «ветвящая стратегия», предусматривающего выделение и оценку значимых эффектов и расщепление модели процесса окорки. При этом в качестве критерия отбора группы значимых эффектов использовался минимум остаточной дисперсии [2].

В результате исследований удалось получить математическую модель процесса окорки ели на роторном станке в виде уравнения регрессии

$$\hat{Y} = 49,8 + 8,8X_1 + 7X_2 + 17,8X_3 + 0,9X_4 - 4,4X_8 - 7,7X_{11} + \\ + 7,3X_3 \cdot X_9 - 4,9X_5 \cdot X_7 + 1,2X_8 \cdot X_{13} - 2,1X_5 \cdot X_{14} - 2,2X_3 \cdot X_{11}.$$

Полученная приближенная модель в данном конкретном случае позволила собрать информацию о процессе окорки. Модель дает возможность формальным путем определить направление изменения факторов при оптимизации процесса. Величина и знаки коэффициентов регрессии, характеризующих линейные эффекты  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_8, X_{11}$ , позволяют судить о влиянии их на параметр оптимизации  $Y$ . Чем больше

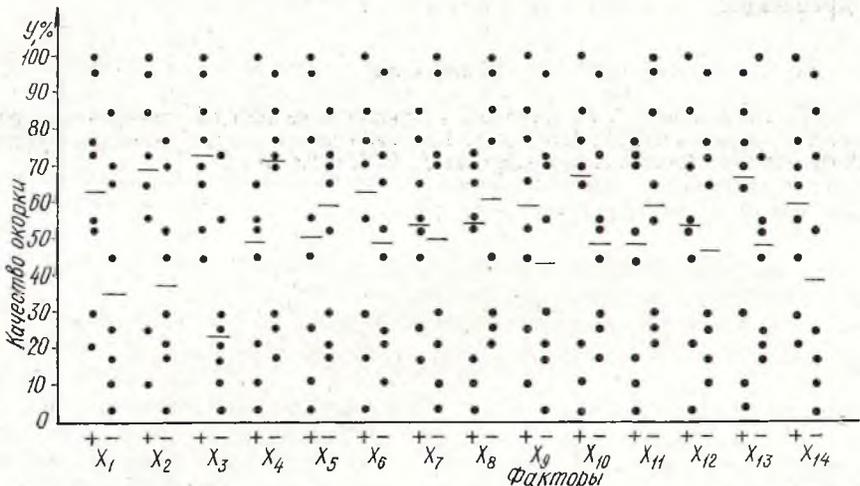


Рис. 1. Диаграмма рассеяния по исходным данным при изучении процесса окорки ели на роторном станке.

коэффициент регрессии по величине, тем сильнее влияние любого фактора на  $Y$ . Положительный знак перед  $X$  показывает, что увеличение фактора приводит к росту  $Y$ . Последний при парных эффектах увеличивается в тех случаях, когда, например, сочетание  $X_3X_{11}$  дает положительный знак перед коэффициентом регрессии.

Из уравнения видно, что в исследуемом диапазоне уровней факторов, исходя из знаков коэффициентов при линейных членах, следует стремиться к поддержанию силы прижима, физического состояния древесины, износа лезвия короснимателя на верхнем уровне, а поверхности ствола, радиуса лезвия короснимателя — на нижнем уровне.

Анализ уравнения показывает, что с помощью 6 линейных и 5 парных эффектов взаимодействий выявляется тенденция к ведению процесса окорки в области оптимума, что частично подтверждают также результаты опытов, проведенных ранее другими исследователями по схеме классического эксперимента.

В результате исследований выявлены факторы, которые ранее недостаточно или совсем не принимались во внимание —  $X_4, X_5, X_7, X_8, X_{13}, X_{14}$ . На наш взгляд, это объясняется тем, что экспериментальные исследования процесса окорки производились методом обращения, состоящим в том, что образцу сообщается угловая скорость со знаком, направленным противоположно вращению ротора станка. В этом случае искажается механика окорки из-за неэквивалентности скорости вращения образца ( $20 \div 50$ , а у ротора  $180 \div 360$  об/мин) и масс подвижных

деталей ротора, использования трособлочных систем с грузами вместо прижимного элемента и т. д.

Расщепление математической модели процесса окорки будет уточнено в дальнейших наших исследованиях.

Приведенная методика отыскания математической модели процесса окорки, опирающейся на возможности планирования экстремальных экспериментов и вычислительной техники, позволяет вскрыть качественные и количественные зависимости между факторами, произвести детальное изучение всех факторов с целью выбора наилучших параметров станков с учетом группы управляемых факторов процесса окорки древесины.

#### *Литература*

- [1] Н. А. Чернова, В. В. Налимов. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. М., 1965. [2] Р. И. Слободчикова и др. Повышение эффективности метода случайного баланса. «Зав. лаб.», 1966, т. 32, № 1.