

УДК 677.11.051

ДВУХКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА МЯТЬЯ

TWOCRITERIAL OPTIMIZATION OF SHOVE PROCESS

Л.В. МОЧАЛОВ, Е.С. ХОМЯКОВ, В.Г. ДРОЗДОВ
L.V. MOCHALOV, E.S. KHOMYAKOV, V.G. DROZDOV

(Костромской государственный технологический университет)
(Kostroma State Technological University)
E-mail: info@kstu.edu.ru

Целью работы является выбор параметров технологического процесса мятья, оптимизирующих умин и прочность. Для решения данной задачи были проведены серии экспериментов и получены две двухфакторные регрессионные модели для прочности и умина из полученной выборки.

The purpose of work is the choice of parameters of technological shove process, optimising shoving and durability. For the solution of this task series of experiments have been carried out and two two-factorial regression models for durability and shoving from the received sample are received.

Ключевые слова: оптимизация, процесс мятья, влажность и прочность тресты, отделяемость, умин, двухкритериальная задача.

Keywords: optimization, shove process, humidity and durability of stock, separability, shoving, twocriterial problem.

На технологическую эффективность процесса мятья оказывает влияние ряд факторов, основными из которых являются: влажность и прочность льнотресты, отделяемость, глубина захождения рифлей, показатель умина, распределенная нагрузка на слой, толщина обрабатываемого слоя. Из перечисленных факторов определенный интерес представляет влажность и прочность тресты, отделяемость, умин. От них зависит, какой вариант регулировки будет выбран на мьяльной машине. На сегодняшний день регулировку глубины захождения рифлей выбирают с учетом отделяемости и

прочности при технологической влажности в соответствии с рекомендуемыми регулировками, указанными в справочнике по первичной обработке льна [1]. Предлагается учесть еще и влажность, тем самым оптимизировать процесс мятья.

Целью работы является выбор параметров технологического процесса мятья, оптимизирующих умин и прочность.

Для решения рассматриваемой задачи были проведены эксперименты, в результате которых получены две двухфакторные модели для прочности и умина. Модели

были получены для 1,2 пары вальцов при отделимости 4,4 ед. Остальные вальцы рассчитывались с учетом равенства скоростей.

Модели представляют собой две линейные функции:

$$Y = 30,62 - 0,99w + 0,99i,$$

$$\Pi = 9,93 + 0,13w - 0,19i,$$

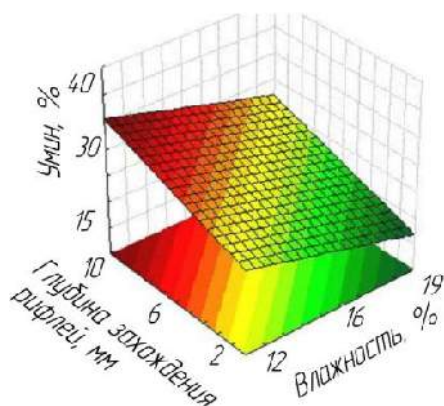


Рис. 1

где i – глубина захождения, мм; w – влажность, %; Y – умин, %; Π – прочность, даН.

Графические интерпретации моделей приведены на рис. 1 (изменение умина в зависимости от глубины захождения и влажности льнотресты) и рис. 2 (изменение прочности сырца в зависимости от глубины захождения и влажности льнотресты).

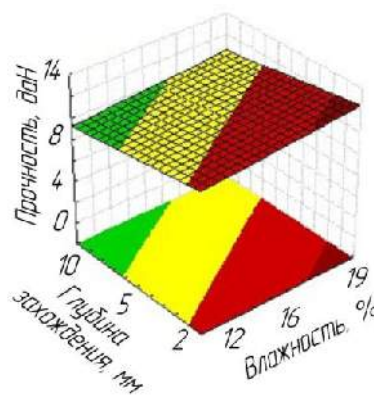


Рис. 2

Тогда математическая модель рассматриваемой задачи будет иметь вид:

$$Y = 30,62 - 0,99w + 0,99i \rightarrow \max,$$

$$\Pi = 9,93 + 0,13w - 0,19i \rightarrow \max$$

при ограничениях: $\begin{cases} 2 \leq i \leq 10, \\ 12 \leq w \leq 19. \end{cases}$

Решим полученную двухкритериальную задачу [2]. Построим область допустимых решений (рис. 3).

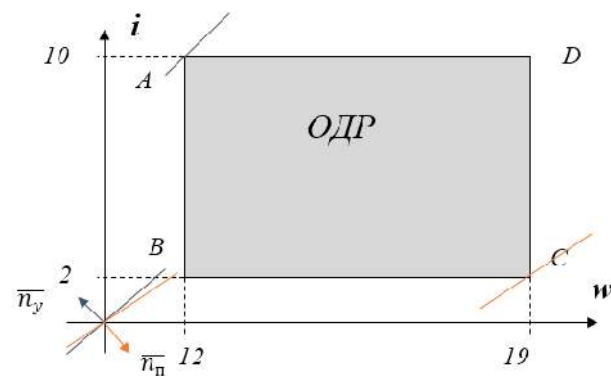


Рис. 3

Найдем образы вершин ОДР:

$$Y(A) = Y(12; 10) = 28,64,$$

$$Y(B) = Y(12; 2) = 20,72,$$

$$Y(C) = Y(19; 2) = 13,79,$$

$$Y(D) = Y(19; 10) = 21,71,$$

$$\Pi(A) = \Pi(12; 10) = 9,59,$$

$$\Pi(B) = \Pi(12; 2) = 11,11,$$

$$\Pi(C) = \Pi(19; 2) = 12,02,$$

$$\Pi(D) = \Pi(19; 10) = 10,50.$$

Следовательно, образ ОДР имеет вершины:

$$A'(28,64; 9,59), B'(20,72; 11,11), C'(13,79; 12,02), D'(21,71; 10,50).$$

Найдем точку утопии:

$$\bar{n}_Y = (-0,99; 0,99), \quad \bar{n}_\Pi = (0,13; -0,19),$$

$$Y(A) = Y(12; 10) = 28,64, \quad \Pi(C) = \Pi(19; 2) = 12,02.$$

Тогда $M(28,64; 12,02)$ – точка утопии. Обе целевые функции максимизируются, поэтому граница Парето – $C'B'A'$ (рис. 4 – образ ОДР).

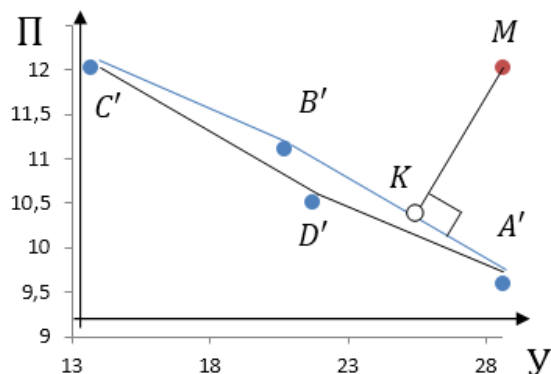


Рис. 4

Найдем идеальную точку $K(U; П)$ – точку на границе Парето, ближайшую к точке утопии. Опустим перпендикуляр из т. М на $B'A'$.

Длина перпендикуляра:

$$|МК| = \sqrt{(U - 28,64)^2 + (П - 12,02)^2}.$$

Уравнение прямой $B'A'$:

$$П = -0,192U + 15,09,$$

тогда:

$$|МК|^2 = 1,04U^2 - 58,46U + 829,67 \rightarrow \min,$$

точка минимума:

$$U = 28,19,$$

значит:

$$П = 9,68,$$

идеальная точка:

$$K(28,19; 9,68).$$

Следовательно, глубина захождения и влажность:

$$\begin{aligned} 28,19 &= 30,62 - 0,99w + 0,99i, \\ 9,68 &= 9,93 + 0,13w - 0,19i, \\ w &= 12, i = 9,5. \end{aligned}$$

Максимальные умин и прочность:

$$U = 28,19 \%, \quad П = 9,68 \text{ даН}$$

при влажности $w = 12 \%$, глубине захождения $i = 9,5 \text{ мм}$.

ВЫВОДЫ

1. Получены регрессионные модели, позволяющие прогнозирование умина в зависимости от глубины захождения рифлей, а также прочности, влажности льнотресты.
2. Решена двухкритериальная задача, позволяющая оптимизировать процесс мятья.
3. Полученные результаты будут использоваться для проверки работоспособности нейронной сети.
4. Предложенная методика может быть применена не только для оптимизации умина и прочности льнотресты, но и в других технологических процессах, например, в модели пряжи послойной структуры, при оптимизации жесткости пряжи на растяжении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по заводской первичной обработке льна / Под общ. ред. В.Н. Храмцова. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984.
2. Подиновский В.В., Ногин В.Д. Парето-оптимальные решения многокритериальных задач. – М.: Наука, 1982.

Рекомендована кафедрой высшей математики.
Поступила 30.09.14.