



ПОСТРОЕНИЕ СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА СУШКИ ХЛОПКА- СЫРЦА МЕТОДАМИ ПЛАНИРОВАНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА

Ф. Юсупов, А.И. Курамбоев, Ш.Ш. Аминов

Ургенский филиал Ташкентского университета имени Мухаммада аль-Хорезми

Аннотация.

С целью оперативного управления ходом производства разрабатывается трех факторная математическая модель технологического процесса сушки хлопка-сырца методами планирования эксперимента.

Ключевые слова. Технологический процесс, оперативное управление, математический модель, планирование эксперимента, сушка хлопка-сырца.

CONSTRUCTION OF A STATISTICAL MODEL OF THE TECHNOLOGICAL PROCESS OF DRYING COTTON-RAW MATTERS BY EXPERIMENTAL PLANNING METHODS

F. Yusupov, A.I. Kuramboev, Sh.Sh. Aminov

Urgench branch of Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad Al-Khwarizmi

Abstract.

For the purpose of operational control of the production process, a three-factor mathematical model of the technological process of drying raw cotton is developed by the experimental planning methods.

Keywords. Technological process, operational management, mathematical model, experiment planning, drying of raw cotton.

Совершенным средством математического описания сложного объекта является экспериментально-статистические методы, которые основаны на обработке экспериментального материала, собранного непосредственно на действующем объекте, при этом возможны два способа накопления исходного статистического материала: пассивный и активный эксперименты [1,2]. Пассивный эксперимент основан на регистрации контролируемых параметров процесса в режиме нормальной работы объекта, без внесения каких-либо преднамеренных возмущений. Активный эксперимент основан на использовании искусственных возмущений, вводимых в объект по заранее спланированной программе.

При статистическом анализе сложных объектов

методом пассивного эксперимента нет надобности, регистрировать непрерывное изменение переменных. Необходимую информацию можно получить, проводя периодическую регистрацию параметров в моменты времени, разделенные некоторым постоянным интервалом сдвиге.

Существенным является также то обстоятельство, что математическое описание, найденное в экспериментально-статистическими методами имеет простой вид и может быть использовано для управления процессом.

Для управления процессом сушки хлопка-сырца в хлопкоочистительных заводах необходимо изучить структурную организацию производственного и технологического процесса и построить

математическую модель объекта управления на основе экспериментальных данных. Предварительно дадим качественное описание объекта, позволяющее затем перейти к аналитическому представлению модели объекта.

Хлопок-сырец по своему строению не однородный материал, он состоит из трех основных компонентов: волокна, кожуры и ядра семени. Химический состав компонентов различные, поэтому различны их влагосорбционные свойства. Хлопковое волокно и кожура семян относятся к капиллярно-пористым материалам. Кожура состоит преимущественно из древесных клеток. Ядро семени содержит белки различных веществ, находящихся в коллоидно-дисперсном состоянии. Его можно отнести к коллоидным материалам. Хлопок-сырец как объект сушки относится к коллоидным капиллярно-пористым материалам [3,4].

Сушка влажных материалов не только теплотехнический, но и технологический процесс, в котором изменяются свойства материала. Правильно организованный процесс сушки должен улучшать эти свойства. Поэтому для выбора оптимального режима изучается технология сушки, т. е. влияние параметров сушки на качество и технологические свойства материала.

В хлопкоочистительных заводах хлопок-сырец поступает в сушилку с неравномерной влажностью. Чтобы при одинаковых физических условиях воздействия сушильного агента в единице объема материала установилась однозначная равновесная влажность, необходима такая конструкция сушилки, которая обеспечивала бы интенсивное перемешивание летучек при движении хлопка-сырца, так как это улучшает равномерность отбора влаги от его компонентов. Если эти условия не будут выполняться, в процессе сушки может возникнуть неравномерность по влажности даже при подаче в сушилку хлопка-сырца с одинаковой первоначальной влажностью.

Из-за того, что удельная поверхность волокна больше удельной поверхности семян, происходит неравномерное удаление влаги. В результате в процессе последующей обработки хлопка-сырца на очистителях и джинах пересушенное волокно ломается, а влажные семена повреждаются, что отражается на качестве продукции. Таким образом, равномерный отбор влаги у компонентов хлопка-сырца (равномерность сушки), важное условие работы сушилок.

С целью оперативного управления ходом производства разрабатывается упрощенная математическая модель технологического процесса сушки хлопка-сырца. Статистическое обследование технологического процесса сушки хлопка-сырца требует также предварительной оценки необходимого числа наблюдений. Количество необходимых статистических данных можно определить по методике, изложенной в [5,6,7].

Согласно, рассмотренной методики сбора экспериментальных данных в условиях нормального функционирования технологического процесса сушки хлопка-сырца, регистрировались параметры процессов сушки с учетом временных сдвигов и интервала съема данных, рассчитанных по результатам предварительного эксперимента.

Весь собранный статистический материал представлен в виде таблиц исходных данных (табл.1 и 2). Полученные экспериментальные данные явились приближенным эквивалентом объекта и применялись при математическом моделировании технологического процесса сушки хлопка-сырца методом планирование эксперимента.

Всю совокупность параметров определяющих текущее состояние технологического процесса сушки хлопка-сырца можно разбить на две группы параметров [5,6].

а) Совокупность первичных (входных) параметров исходного сырья хлопка-сырца для процесса сушки $X=\{x_1, x_2, x_3\}$,

где x_1 - засоренность хлопка-сырца, в %;

x_2 - влажность хлопка-сырца, в %.

x_3 – температура сушильного агента, в °С;

б) Совокупность вторичных (выходных) параметров процесса, характеризующих те обобщенные технико-экономические показатели, которыми оцениваются качества и экономическая эффективность работы технологического процесса сушки хлопка-сырца $Y=\{y_1, y_2\}$,

где y_1 – влажность высушенного хлопка-сырца, в %;

y_2 – засоренность высушенного хлопка-сырца, в %

Уровни факторов $X=\{x_1, x_2, x_3\}$ выбирались таким образом, чтобы они охватывали предполагаемую область оптимальных значений факторов, что следует из табл.1.

Дальнейшая обработка их результатов проводилась в

соответствии с методикой полного факторного эксперимента. Построение модели производим для одного фактора оптимизации (y). Результаты измерений входных и выходных факторов в процентах приведены в табл.2.

Уровни факторов	Обозначение	В %	В %	В %
		x_1	x_2	x_3
Основной	0	11	13	150
Интервал варьирования	Δx	7	7	100
Верхний	+1	18	20	250
Нижний	-1	4	6	50

Таблица 1.

Кодированное значение факторов z_0, z_1, z_2, z_3 определялись по известным формулам [5,6].

В качестве математической модели объекта исследования выбираем полином первого порядка, линейный по всем переменным:

$$\hat{y}_1 = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 z_3 + b_{12} z_1 z_2 + b_{13} z_1 z_3 + b_{23} z_2 z_3 + b_{123} z_1 z_2 z_3 \quad (4)$$

где z_1, z_2, z_3 — кодированные значения факторов; b_0 — **свободный член**; b_1, b_2, b_3 — коэффициенты, показывающие степень влияния каждого фактора на параметр оптимизации; $b_{12}, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ — коэффициенты, показывающие степень влияния взаимодействия соответствующих факторов на параметр оптимизации.

Действительные значение факторов				Координаты факторов без единицы измерения				Выход
Номер эксперимента	x_1	x_2	x_3	z_0	z_1	z_2	z_3	
1	4	6	50	+1	-1	-1	-1	7,9
2	18	6	50	+1	+1	-1	-1	7,8
3	4	20	50	+1	-1	+1	-1	7,6
4	18	20	50	+1	+1	+1	-1	8,1
5	4	6	250	+1	-1	-1	+1	7,8
6	18	6	250	+1	+1	-1	+1	8,1
7	4	20	250	+1	-1	+1	+1	8,0
8	18	20	250	+1	+1	+1	+1	8,4

Матрица планирования 2^3 . Таблица 2.

По соответствующим формулам [5,6] были рассчитаны коэффициенты уравнения регрессии:

$$b_0 = 7.9625, b_1 = 0,1375, b_2 = 0,0625, b_3 = 0.1125, b_{12} = 0.0875, b_{13} = 0,0375, b_{23} = 0,0625, b_{123} = -0,0625.$$

Уравнения регрессии приняло вид

$$\hat{y}_1 = 7,96 + 0,14z_1 + 0,06z_2 + 0,11z_3 + 0,09z_1z_3 + 0,06z_2z_3 - 0,06z_1z_2z_3 \quad (5)$$

Отсев незначимых коэффициентов провели по критерию Стьюдента, при этом статистически значимыми

являлись только коэффициенты b_0, b_1, b_3, b_{12} . Поэтому окончательно уравнение регрессии имеет вид:

$$\hat{y}_1 = 7,96 + 0.14z_1 + 0,11z_3 + 0.09z_1z_2 \quad (3)$$

Адекватность принятой математической модели произвели по критерию Фишера, который показал, что уравнение (3) адекватно описывает технологический процесс сушки хлопка-сырца. Из этого уравнения следует, что на параметр y_1 существенное влияние

оказывает лишь коэффициенты b_0, b_1, b_3, b_{12} .

Коэффициенты $b_2, b_{13}, b_{23}, b_{123}$ на технологический процесс в исследуемых интервалах на показатель y_1 заметного влияния не оказывают.

Заключение.

Полученные результаты могут быть применены:

- а) для выбора оптимального технологического режима сушки хлопка-сырца;
- б) при машинной имитации с целью проверки и оценке алгоритмов управления технологическим процессом сушки хлопка-сырца, а также для создания систему управления процессом;
- в) для выбора эффективного плана основного производственного процесса первичной переработки хлопка-сырца на основе трех факторных математических

моделей.

Литература

- Сидняев Н.И. Введение в теорию планирования эксперимента: учеб.пособие/Н.И.Сидняев, Н.Т.Вилисова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 463 с.
- Юдин, Ю. В. Организация и математическое планирование эксперимента: учебное пособие / Ю. В. Юдин, М. В. Майсурадзе, Ф. В. Водолазский. - Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 124 с.
- Пахтани дастлабки ишлаш: Ўқув қўлланма. – Т.: “Мехнат”, 2002. – 408 б.
- Балтабаев С.Д., Парпиев А.П. Сушка жлопка-сырца: Учебник. Т.: Ўқитучи, 1980. – 156 с.
- Реброва И.А. Планирование эксперимента: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2010. – 105 с.
- Рыков В.В., Иткин В.Ю. Математическая статистика и планирование эксперимента. М.: РГУНГ им. Губкина, 2009. – 303 с.
- Каргин В.Р., Зайцев В.М. Основы инженерного эксперимента: Учеб. пособие / Под общ. ред. Ф.В. Гречникова. Самар, гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2001. – 85 с.