**УДК 621.62-50**

**ХАЛМАТОВ ДАВРОНБЕК АБДАЛИМОВИЧ**

Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, кафедра «Автоматизация и управление технологических процессов и производств», доцент, кандидат технических наук, Республика Узбекистан город Ташкент, holdav@mail.ru)

**ХУШНАЗАРОВА ДИЛНОЗА РАХМАНОВНА**

(Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, кафедра «Автоматизация и управление технологических процессов и производств», старший преподаватель, Республика Узбекистан город Ташкент, dxushnazarova@mail.ru)

**РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ОТДЕЛКИ ТКАНЕЙ**

*Аннотация. В статье рассмотрен процесс отделки тканей как линейный динамический объект. Представлена математическая модель на основе методов аппроксимации.*

*Abstract. In the article considered the process of dosage of chemicals for bleaching of tissues as a linear dynamic object. Presented a mathematical model based on approximation methods.*

*Ключевые слова: передаточная функция, нелинейной зависимость, коэффициент усиления, процесс дозирования химикатов, линейный динамический объект.*

*Key words: transfer function, nonlinear dependence, gain, chemical dosing process, linear dynamic object.*

**Введение.** В настоящее время огромное значение приобретает обеспечение высокого уровня механизации и автоматизации технологических процессов текстильной промышленности, в том числе и отделочного производства. В основных направлениях экономического и социального развития Узбекистана в данный период перед легкой промышленностью поставлена задача улучшения автоматизации прядильных, ткацких, трикотажных, в том числе и отделочных производств, быстрого переналаживания поточных линии по выпуску массовых видов тканей, модной одежды высокого качества. Для отделочного производства текстильной промышленности выполнение этой программы связано с техническим перевооружением, переходом к новому автоматизированному оборудованию, использованием интенсифицированных и ускоренных технологических процессов, происходящих в растворах при повышенных температурах и давлениях, в условиях совмещения ряда операции и перехода к малоотходной технологии. Высокое качество продукции и необходимая производительность труда могут быть достигнуты только при соблюдении комплекса оптимальных технологических параметров и жесткой технологической дисциплины [1].

**Постановка задачи.** Для качественного ведения процессов отделки в текстильной промышленности первостепенное значение имеют вопросы автоматической регламентации расхода жидких, сыпучих и вязких сред. Создание автоматических систем управления во многих случаях осложнено отсутствием точных и адекватных математических моделей и процесса управления [2].

Процесс беления, являющийся частью отделки, выполняется для повышения степени белизны ткани. Сущность процесса беления состоит в разрушении природных красящих веществ с помощью окислителей.

В целом на производстве обеспечиваются контроль и регулирование температуры воды в ваннах, уровня и концентрации рабочих растворов в ваннах и т.д. Однако, самым уязвимым местом, которое почти не поддается автоматизации, является поддержание необходимой концентрации растворов в ваннах щелочной, кисловочной и особенно перекисной машин. Это объясняется отсутствием надежных датчиков концентрации и исполнительных механизмов на линиях подачи растворов в ванны.

**Методы решений.** В настоящее время решение этой проблемы тем более необходимо, поскольку в более совершенных отбельных машинах разрабатываются и внедряются системы автоматического управления технологическом процессом с использованием средств вычислительной техники.

Предполагая, что процесс дозирования как объект управления является линейным динамическим объектом, идентификацию его переходных функций произведем на основе методов аппроксимации в классе экспоненциальных функций [3,4].

Запишем переходную функцию объекта управления в параметрическом виде, представляя её звеньями второго порядка:

,

где *k* – коэффициент усиления *р*1, *р*2 – корни характеристического уравнения.

Свободная составляющая переходной функции определяется как разность:



Из асимптотического свойства переходной функции для устойчивых объектов следует, что величина *h*(*t*) стремится к коэффициенту усиления, поэтому величину установившегося значения определим непосредственно из экспериментальных данных. После этого определяются значения приближаемой функции:

;  

Сравнивая поочередно эти значения приближающей функции, получим нелинейную систему уравнений относительно искомых параметров:



Если расстояние между соседними точкам одинаково и равно ∆, то заменяя , и переходя к новым обозначениям:

, получим:



Для того чтобы данная система уравнений имела единственное решение, необходимо составить четыре уравнения (по числу неизвестных). Для определения решения системы составим вспомогательный характеристический многочлен . Корни данного многочлена являются решением системы уравнения (1). Для определения корней, найдем коэффициенты *С*1 и *С*0:

 ,

где *U*1, *U*2, *U*3, *U*4 – четыре равностоящих значения приближаемой функции.

Подставляя *С*1 и *С*0 в характеристический многочлен определяем его корни *Z*1, *Z*2. Из полученных значений *Z*1 и *Z*2 по формулам

; ; 

определяем искомые параметры. Выражая  получим:



Учитывая, что ;  и раскрывая показательные функции по формуле Эйлера , получим:



Согласно формуле Хэвисайда [3], передаточную функцию можно определить из выражения характеристики при отсутствии кратных корней:

,

где *Q*(*p*) и *P*(*p*) – соответственно полиномы числителя и знаменателя передаточной функции; *Рi*– корни характеристического уравнения 

.

Поскольку для устойчивых объектов действительные части всех корней отрицательны, то при  установившееся значение переходной функции:

.

Раскладывая полином *Р*(*р*) на множители, его можно выразить, через корни характеристического уравнения:

.

Или для случая комплексно сопряженных корней:

.

Для простоты будем считать, что полином Q(p) числителя передаточной функции – нулевого порядка. Тогда необходимо, чтобы выполнялись равенства:

; 

Величина  в знаменателе определяется из выражения:

.

Выразим  и  через *x* и *y*



Тогда

.

Подставляя значения *А* и *В* в полученное ранее уравнение переходной характеристики имеем:



Передаточная функция в этом случае выглядит как:

.

Полученные выше числовые значения *х* и *у* для каждой кривой разгона являются довольно грубым приближением, так как определялись они лишь по 4 точкам экспериментальных данных, имеющих большой разброс. Поэтому примем их за начальные приближения, а для получения более достоверной модели объекта воспользуемся методом наименьших квадратов. Метод наименьших квадратов можно сформулировать как нахождение минимума функционала:

.

Так как имеет место случай нелинейной зависимости функции  от параметров *х*, *у*, то известные начальные приближенные значения параметров заменим на и , отличающихся от искомых значений *х*, *у* малыми поправками . Тогда с достаточной степенью точности имеют место равенства:



Вводя обозначения:



получим для определения поправок  системы условных уравнений:







Обозначив решение данной системы через:

 

получим следующее приближение параметров ; . Принимая их за новое приближение параметров, это действие можно повторять до тех пор, пока с заданной точностью поправки не будут равны нулю.

**Вывод:** Построив по полученным данным графики переходных процессов можно убедиться в достаточно высокой точности приближения. С другой стороны предлагаемый способ построения математической модели может быть использован для идентификации объекта при построении адаптивной системы управления процессом дозирования химикатов.

**Список литературы**

1. *Д.Р.Хушназарова.* Анализ процесса отбеливания ткани в автоматизированной системе управления. “Science and Education” Scientific Journal. September 2021. Volume 2 / Issue 9. 210-214 стр.

2. *Назарова М.В., Романов В. Ю*. Автоматизация технологических процессов в текстильной промышленности. Волгоград: ИУНЛ ВолгГТУ, 2014. 160 с.

3. *С. В. Звонарев*. Основы математического моделирования. Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. 112 с.

4*. Halmatov D.A., Yunusova S.T., Xushnazarova D.R., Hujanazarov U.O.*  Fuzzy Model of Control by Technological Parameters of Heat Generating Plants. International journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, Volume 6, Issue 5, May 2016, pp.296-298.