

Пигнастый О.М.

Национальный технический университет "ХПИ", Харьков, Украина

Статистическая модель управления технологическим процессом

Рассмотрено статистическое описание технологического процесса производственно-технической системы. Используя предметно-технологическую модель взаимодействия предметов труда с производственным оборудованием и между собой, записано кинетическое уравнение для функции распределения предметов труда по состояниям. Описан ряд общих закономерностей динамики макропараметров технологического процесса. Рассмотрена статистическая двухуровневая модель управления технологическим процессом.

В докладе сформулированы теоретические основы построения статистической модели управления [1,2] технологическим процессом [3,4]. В соответствии с концепцией статистического моделирования состояние макропараметров технологического процесса определяется состоянием микропараметров большого количества предметов труда [5], распределенных в межоперационных заделах по технологическому маршруту. Продемонстрировано, что при достаточно большом количестве предметов труда, находящихся в межоперационных заделах, появляются особого типа закономерности, характеризующие состояние макропараметров технологического процесса. Характер этих закономерностей не зависит от поведения микропараметров, определяющих состояние отдельного предмета труда.

Для описания поведения предмета труда введено фазовое технологическое пространство [2]. Точка в фазовом технологическом пространстве определяет состояние предмета труда в заданный момент времени. В результате технологической обработки при переходе от одной технологической операции к другой свойства, характеризующие состояние предмета труда, меняются непрерывно [3,5,6]. При этом каждый предмет труда в течении производственного цикла [3,4] описывает траекторию в фазовом технологическом пространстве. Фазовая траектория является совокупностью точек, каждая из которых определяет состояние предмета труда в определенный момент времени в соответствии с заданной технологией производства. Технология производства продукции определена для рассматриваемой партии предметов труда. Предметы труда являются объектами большой динамической производственно-технической системы. Если в любой момент времени известно состояние каждого предмета труда, то разумно предполагать, что известны характеристики системы в целом, а следовательно, и параметры состояния технологического процесса (межоперационные заделы, такт движения предметов труда). Будем полагать, что предметы труда, как объекты динамической производственно-технической системы, являются идентичными [2]. Это означает, что движение каждого предмета труда в фазовом технологическом пространстве описывается совершенно одинаковыми динамическими уравнениями (соответствующими одной и той же технологии производства) с различными начальными условиями [2, с.12-14]. Однако, решить систему, состоящую из большого количества динамических нелинейных уравнений, описывающих состояния предметов труда, практически невозможно. Вместо того, чтобы следить за состоянием каждого предмета труда, в соответствии с концепцией статистического описания динамических систем, введем в рассмотрение функцию распределения объектов динамической системы по состояниям [2,7]. Функция распределения предметов труда по состояниям определена таким образом, что произведение функции распределения на элемент объема фазового технологического пространства в окрестности заданных фазовых координат дает количество предметов труда, заключенных в указанном элементе объема фазового технологического пространства [5,8,9]. Полагаем, что элемент объема фазового технологического пространства имеет конечные размеры, достаточно большие для того, чтобы содержать требуемое для статистического усреднения по указанному элементу объема количество предметов труда, и в то же время достаточно малые по сравнению с макроскопическими размерами объема фазового пространства,

Исследование выполнено в рамках гранта №14-07 Фонда Фундаментальных Исследований Харьковского Национального Университета им.В.Н.Каразина, 2007г.

содержащего фазовые траектории предметов труда [2,7,10]. Действительно, в соответствии с ГОСТ 3.1109.82 [3,4] технологический процесс представляет собой последовательность технологических операций. Каждая технологическая операция может быть представлена несколькими технологическими (основными или вспомогательными) переходами, состоящими из множества рабочих и вспомогательных ходов. Также известно, что при серийном и массовом типе производства в технологическом процессе находятся от нескольких сотен до десятков тысяч предметов труда. Такое технологическое деление процесса изготовления продукта, начиная от заготовки и заканчивая готовым изделием, позволяет разбить фазовое технологическое пространство на большое количество элементарных объемов, содержащих внутри себя достаточное количество предметов труда. Функция распределения предметов труда по состояниям может быть определена из кинетического уравнения, которое определяет эволюцию функции распределения предметов труда по состояниям [1,2,7,8]. Кинетическое уравнение технологического процесса осуществляет связь микроуровня (предметно-технологическое представление) и макроуровня (потокосное представление) описания технологического процесса [2,5]. Макроскопические характеристики технологического процесса представлены моментами функции распределения предметов труда по состояниям, определены через модельные представления о стохастическом характере воздействия технологического оборудования на предмет труда и коллективном взаимодействии предметов труда между собой [5,6,10]. Статистическое распределение находящихся в технологическом процессе предметов труда по микросостояниям найдено без решения динамической системы уравнений. Это позволило рассмотреть задачи управления технологическим процессом, в которых малая устойчивость исходных данных усложняет использование метода имитационного моделирования технологических явлений. Исследована устойчивость макропараметров технологического процесса. Получены условия, обеспечивающие асимптотическую устойчивость динамического поведения макропараметров технологического процесса. Записаны критерии подобия, использование которых позволило определить общие закономерности поведения параметров различных технологических процессов. Определены достаточные условия разрешимости задачи об оперативном управлении макропараметрами технологического процесса. Установлены условия, при которых задача об оптимальном управлении макропараметрами имеет единственное решение.

Литература. 1. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. Лит., 1983. 392 с., 2. Красовский А.А. Фазовое пространство и статистическая теория динамических систем. – М.: Наука, 1974. – 232 с., 3. Бабук В.В., Шкред В.А., Кривко Г.П., Медведев В.И. Проектирование технологических процессов механической обработки в машиностроении. – Мн.: Выш.шк., 1987. – 255 с., 4. ГОСТ 3.1109.82 Технологический процесс. Термины и определения основных понятий. – М.: Госстандарт России, 2003. – 15 с., <http://www.OpenGost.ru>, 5. Петров Б.Н., Уланов Г.М., Гольденблат И.И., Ульянов С.В. Теории моделей в процессах управления. М.: Наука, 1978. – 224с., 6. Тихонов А.Н., Кальнер В.Д., Гласко В.Б. Математическое моделирование технологических процессов и метод обратных задач в машиностроении. М.: Машиностроение, 1990. – 264с., 7. Астапов Ю.М., Медведев В.С. Статистическая теория систем автоматического регулирования и управления – М.: Наука, 1982. – 304 с., 8. Власов В.А., Тихомиров И.А., Локтев И.И. Моделирование технологических процессов изготовления промышленной продукции. – Изд. Томского политехнического университета, 2006. – 300 с., 9. Казаков И. Е. Статистическая теория систем управления в пространстве состояний. М.: Наука, 1975. 432 с., 10. Пигнастый О.М. Статистическая теория производственных систем. – Х.: Изд. ХНУ им.Каразина, 2007. – 388 с.