

В.Н. Корешков, к.т.н., доц.

Госстандарт РБ

М.Л. Хейфец, д.т.н., проф.

Т.А. Алексеева, ст. преп.

А.К. Ляхович, аспир.

Полоцкий государственный университет, г. Новополоцк, Беларусь

СТРУКТУРНЫЙ И СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И УПРАВЛЕНИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОПЕРАЦИЕЙ

Проведен статический и структурный анализ технологических систем. Изучены особенности автоматизированного проектирования технологических процессов и специфика управления комплексом параметров оптимизации многофакторной операции. Показано, что сочетание статистического и структурного анализа обеспечивает управление многофакторными технологическими операциями по комплексу параметров.

Введение. Метод структурного анализа – один из основных методов, используемых при исследовании и разработке технических систем. Для его обозначения используют аббревиатуру SADT (Structured Analysis and Design Technique). Метод SADT предполагает последовательную детализацию анализируемой системы «сверху – вниз» [1, 2]. Выделяют различные уровни рассмотрения системы. На каждом уровне представляют разложение анализируемой системы, более детализированное, но полностью эквивалентное предшествующему уровню. При этом рассматривают не только систему, но и окружающую ее среду, которая также подвергается последовательной детализации вместе с системой.

Метод SADT, как и другие универсальные методы, рекомендует, как проводить процесс анализа и как оформить его результаты, но не дает никаких рекомендаций о способах разбиения. Этот вопрос связан с особенностями каждой предметной области и требует знания сущности проблемы. Для каждой предметной области могут быть выработаны конкретные рекомендации, сокращающие объем творческой работы и повышающие тем самым производительность труда при проектировании системы или ее анализе [3, 4].

Таким образом в наиболее обобщенной формулировке назначением полученной с использованием SADT-подхода технологии является проектирование многофакторных технологических процессов, оптимизируемых по множеству параметров качества.

Структурный анализ технологических процессов. SADT-диаграмма уровня А0 (рис. 1) сформированная на основании традиционного подхода к проектированию технологических процессов и предполагает наличие четырех основных функций: управление проектированием (блок А1), разработка варианта технологического процесса ТП (А2), оценка его себестоимости (А3) и оценка его качества(А4).

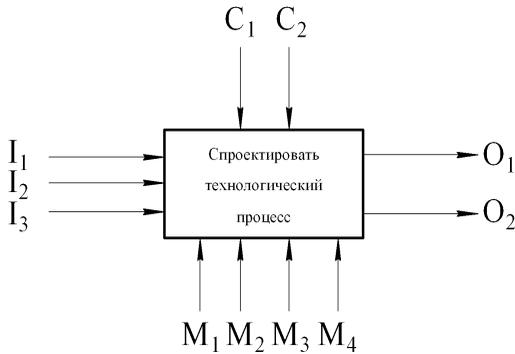


Рис. 1. SADT-диаграмма 0-уровня технологии автоматизированного проектирования (ТП)

SADT-диаграмма 0-уровня, где указаны входные, управляющие данные, средства (механизмы), необходимые для решения поставленной задачи, и выходные данные, выполненная с целью разработать технологию автоматизированного проектирования, рассматривает:

C₁ – сроки проектирования;

C₂ – производительность;

I₁ – конструкторская документация на изделие;

I₂ – тип станка, системы ЧПУ, характеристика инструмента и расчётная схема системы ЗИПС (заготовка-инструмент-приспособление-станок);

I₃ – параметры обрабатываемого материала;

- M_1 – комплекс математических модели (КММ) системы ЗИПС;
- M_2 – моделирующий программный комплекс (МПК);
- M_3 – база данных (БД) материалов;
- M_4 – БД инструмента;
- O_1 – требуемый ТП;
- O_2 – требования на корректировку управлений или входов.

При разработке технологии проектирования подробно анализу и структуризации подвергаются функции «Формирование математических моделей» (A21) и «Моделирование ТП» (A23), результатом чего являются SADT-диаграммы уровней A21 (рис. 2) и A23 (рис. 3).

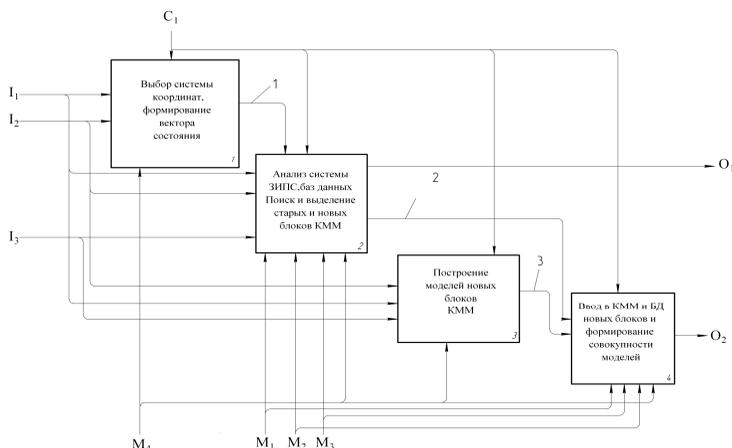


Рис. 2. SADT-диаграмма уровня A21

*1 – система координат вектора состояния и управления;
2 – имеющиеся в КММ блоки; 3 – новые блоки*

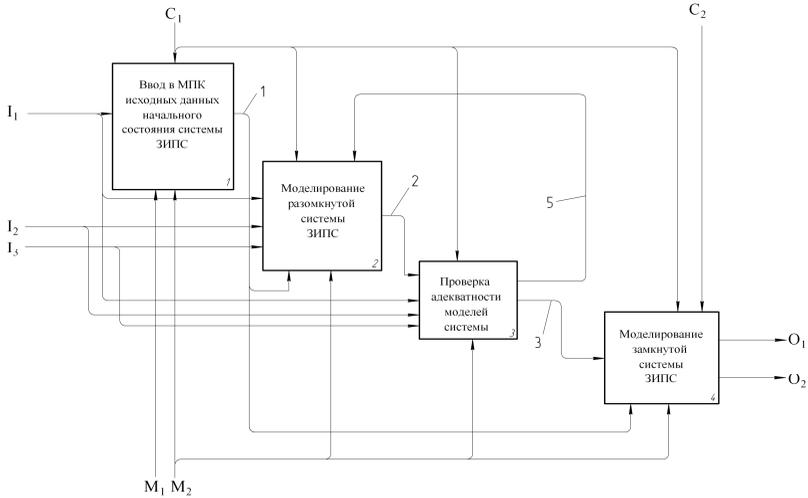


Рис. 3. SADT-диаграмма уровня A23

1 – МПК; 2 – переходные процессы; 3 – модель адекватна;
 4 – требования корректировки условий моделирования

Статистический анализ технологической операции.

Моделирование управления на технологической операции в замкнутой системе ЗИПС (блок A234) рассмотрим на примере операции комбинированной обработки поверхностного слоя [5]. Операция совмещает термообработку с удалением дефектного поверхностного слоя резанием и упрочняющим деформированием обрабатываемой поверхности. Для временного снижения прочности дефектного слоя используется плазменный нагрев, а для удаления припуска и деформирования поверхности применяется режущий инструмент [6].

В качестве статистической модели комбинированной обработки целесообразно применять квадратичные функции, а для их построения и оценивания использовать дисперсионный, корреляционный и регрессионный анализ.

При использовании структурного анализа [5] комбинированной термомеханической обработки для детализации на SADT-диаграмме технологической операции – резания с предварительным плазменным нагревом удаляемого слоя следует

разделять группы физико-механических и геометрических параметров качества (рис. 4).

Управлять операцией целесообразно с помощью наиболее влиятельных и наименее коррелированных с другими факторов, поэтому для обеспечения требуемых параметров наилучшим образом подходят следующие технологические факторы [6]:

C_1 – движение инструментов (L – расстояние от пятна нагрева до режущей кромки инструмента; S – скорость подачи инструмента);

C_2 – термомеханические факторы (I – сила тока плазменной дуги; V – скорость главного движения);

I_1 – исходные геометрические параметры (Sm , – волнистость; Ra – шероховатость);

I_2 – исходные физико-механические параметры (HRC – твердость ; U_n , – степень упрочнения);

Малоизменяющиеся характеристики:

M_1 – размещение концентрированного источника энергии (h_c – удаление сопла плазмотрона от обрабатываемой поверхности; t – глубина резания при удалении дефектного слоя);

M_2 – электромагнитные факторы (G_g – расход плазмообразующего газа; U_n – напряжение плазменной дуги);

O_1 – требуемые геометрические параметры (Sm , Ra);

O_2 – требуемые физико-механические параметры (HRC , U_n).

В результате проведённого статистического анализа [5] установлено, что для управления геометрическими параметрами следует использовать факторы размещения и движения инструмента, а для управления физико-механическими параметрами – термомеханические факторы (рис. 5).

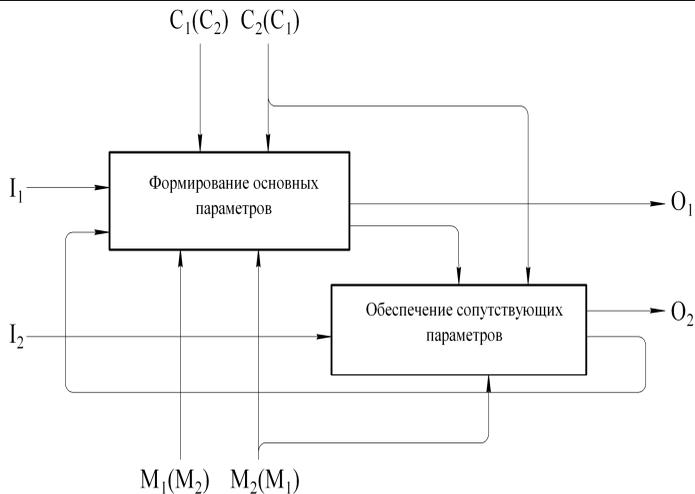


Рис. 4. SADT-диаграмма уровня A234 для операции комбинированной обработки

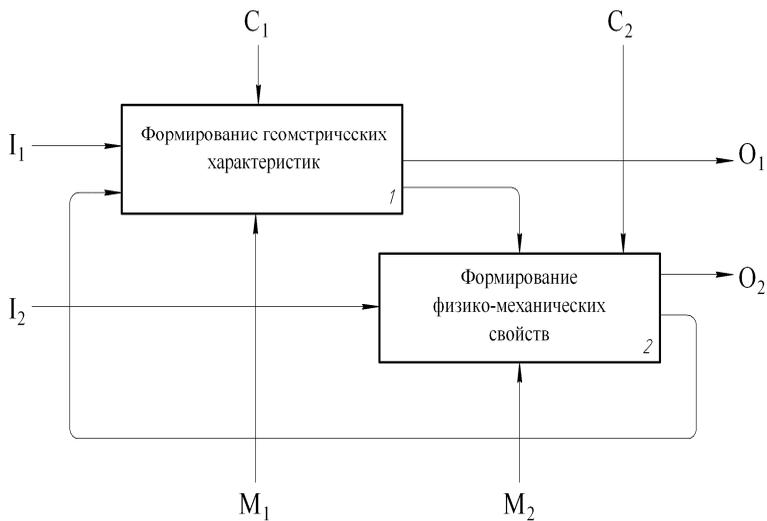


Рис. 5. SADT-диаграмма уровня A2341 (A2342) для операции комбинированной обработки

Заключення. Таким образом, на основании статистического и структурного анализа технологических систем, особенностей автоматизированного проектирования технологических процессов и специфики управления комплексом параметров оптимизации многофакторной технологической операции можно сделать следующие выводы: сочетание статистического и структурного анализа обеспечивает управление многофакторными технологическими операциями по комплексу параметров, оптимизирует и указывает на факторы, через которые следует осуществлять процесс управления и на параметры которые необходимо контролировать в режиме реального времени.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Марка Д.* Методология структурного анализа и проектирования / Д. Марка, К. МакГоуэн. – М.: Мета Технология, 1993. – 240 с.
2. *Окулесский В.А.* Функциональное моделирование – методологическая основа реализации процессного подхода / В.А. Окулесский. – М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2001. – 280 с.
3. Информационные технологии в наукоемком машиностроении: компьютерное обеспечение индустриального бизнеса / Под общ. ред. А.Г. Братухина. – К.: Техника, 2001. – 728 с.
4. Интеллектуальное производство: состояние и перспективы развития / Под общ. ред. М.Л. Хейфеца и Б.П. Чемисова. – Новополоцк: ПГУ, 2002. – 268 с.
5. *Корешков В.Н.* Использование структурного анализа для управления и контроля операций комбинированной обработки / В.Н. Корешков, М.Л. Хейфец, Т.А. Алексеева // Вестн. Полоц. гос. ун-та. Сер. С. Фундаментальные науки. – 2008. – № 3. – С. 53–59.
6. *Хейфец М.Л.* Проектирование процессов комбинированной обработки / М.Л. Хейфец. – М.: Машиностроение, 2005. – 272 с.

КОРЕШКОВ В.Н. – кандидат технических наук, доцент,
Госстандарт Республики Беларусь.

Научные интересы:

– статистический анализ при проектировании.

ХЕЙФЕЦ Михаил Львович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- технология машиностроения;
- процессы комбинированной обработки материалов.

Тел.: 8(0214)42–61–71.

E-mail: mlk-z@mail.ru

АЛЕКСЕЕВА Татьяна Анатольевна – старший преподаватель кафедры конструирования и технологии радиоэлектронных средств Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- автоматизация проектирования и производства;
- проектирование технологических операций.

ЛЯХОВИЧ Александр Константинович – аспирант кафедры технологии и оборудования машиностроительного производства Полоцкого государственного университета, г. Новополоцк, Беларусь.

Научные интересы:

- управление технологическими операциями.

Подано 28.09.2009