

УДК 621.9

## СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД В ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИИ

В.Ю. Малыгин, студент гр. МР-101, V курс

Научный руководитель: В.А. Полетаев, д.т.н., профессор

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Основу системного подхода составляет представление машины, изделия, детали, сборочной единицы, технологического процесса и т.п. как системы, имеющей связь с окружающей средой, состоящей из взаимосвязанного множества элементов и выступающей как единое целое.

Любой технологический процесс (ТП) функционирует в связи с другими технологическими процессами и подсистемами производственного процесса. ТП состоит из совокупности операций, установок, позиций, переходов. Отсюда ясно, что технологический процесс является системой и для его синтеза и анализа возможно применять методы теории систем.

Первичным понятием теории систем является понятие объекта и окружающей его среды. Взаимодействие окружающей среды и технологического процесса представляется в виде связей (рис. 1). По направлению воздействия вся совокупность связей разделяется на подмножество входов X и подмножество выходов Y. Через свои входы система ТП воспринимает действие других подсистем производства и систем управления, а через выходы сама воздействует на них.

Входами в систему ТП служат материальные потоки в виде заготовок и управляющая информация в виде технологической документации, плановых заданий. Эта информация содержит алгоритм управления процессом обработки деталей и календарные сроки их изготовления. К выходам системы относятся изготовленные детали и информация о технологических отклонениях, возникающих при их изготовлении, регистрируемых подсистемой оперативного учета.

В подсистеме оперативного планирования и регулирования часть отклонений компенсируется, а информация о более серьезных отклонениях, таких как отсутствие или поломка инструмента, несоблюдение технологических размеров и др., передается подсистемой оперативного учета в подсистемы технологической и конструкторской подготовки производства.

Нормальное протекание технологического процесса обеспечивается системой оперативного управления, которая осуществляет согласование входных и выходных материальных, энергетических и информационных потоков во времени.

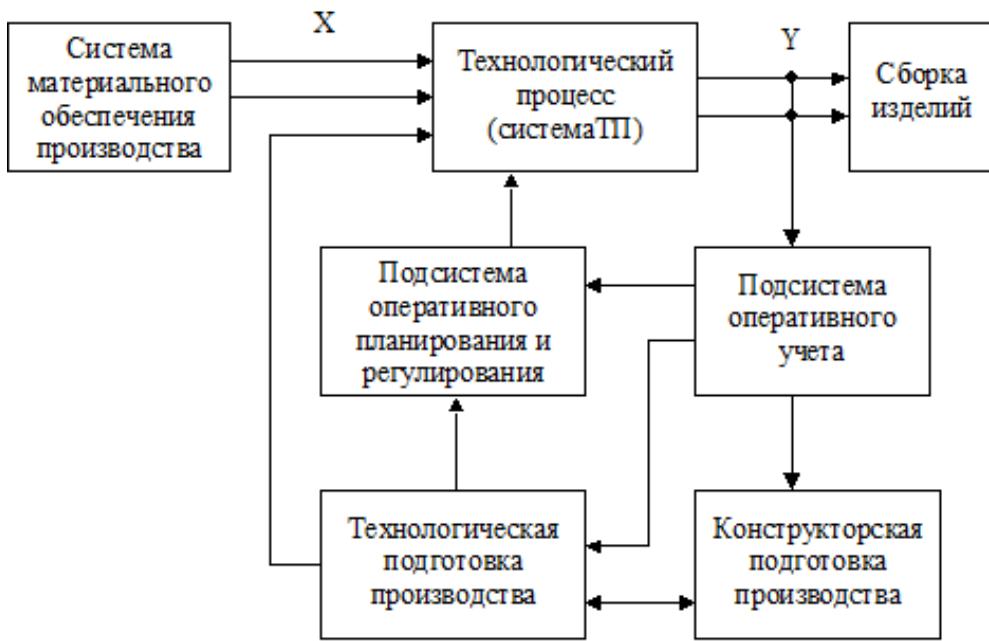


Рис. 1. Схема связей системы «Технологический процесс» с системами управления и технической подготовкой производства

В целом, входы и выходы следует рассматривать как отношения между системой ТП и окружающей средой.

Качественность определенность технических систем и процессов обусловлена их структурой, под которой понимается совокупность устойчивых отношений между частями целостного объекта или процесса. Относительная выделенность частей технических систем (Т-систем) и их взаимосвязь – это две противоположности. В связи с этим структуру любого объекта или процесса можно рассматривать как единство противоположных сторон: расчлененности и целостности.

**Расчлененность** является одной из общих сторон структуры и характеризуется тремя признаками:

- качественной спецификой частей системы;
- количеством частей, на которые расчленяется система;
- взаимным расположением частей в пространстве и во времени.

Например, деталь типа «Тело вращения» можно разделить на элементы вращения и плоскости. Изменение качественного состава и количества этих элементов вызывает изменение структуры детали. Технологический процесс обработки разделяется на различное число качественно различных операций: токарные, фрезерные, шлифовальные и т.п. Изменение качественного состава и количества операций при обработке одной и той же детали вызывает изменение структуры технологического процесса. В то же время следует отметить, что качественные и количественные изменения в составе Т-системы в пределах меры не влекут за собой структурных изменений.

Так, увеличение количества фасок, канавок, резьб и т.п. не влечет за собой структурных изменений детали; замена фрезерной операции на строгаль-

ную при обработке плоских деталей или различная степень дифференциации однородных операций не приводит к существенным изменениям структуры технологического процесса и т.д.

Однаковый количественный и качественный состав еще не свидетельствует об идентичности структур технических систем. Различное взаимное расположение одинаковых операций в технологическом процессе или узлов в сложных объектах оказывает существенное влияние на их структуру. Например, одинаковое количество переходов и их содержание, но выполняемых на различных станках, определяет различие структур технологических операций. Если эти переходы выполняются на токарно-револьверном станке, то это операция последовательного совмещения переходов, а если на токарном многошпиндельном автомате, то – операция параллельного совмещения переходов, т.е. операции различных структур.

Таким образом, только совокупность трех признаков – качество частей, количество частей и их взаимное расположение – характеризует способ расчленения.

Для каждой системы существует несколько способов расчленения на подсистемы или части. Например, технологический процесс можно расчленить на операции по-разному, деталь можно по-разному расчленить на элементы и т.п. Выбор способа расчленения определяется типом решаемых задач. Так, например, при проектировании заготовки деталь расчленяют на геометрические тела, при механической обработке – на поверхности, при проектировании операций для станков с ЧПУ – на линии движения инструмента.

Каждому способу расчленения соответствует определенный тип взаимосвязей частей системы – своя форма целостности.

**Целостность** – это вторая сторона структуры. Она характеризуется связями частей, благодаря чему объекты и процессы выступают как единое целое.

Для описания объекта или процесса как целого необходимо выбрать математический аппарат, наиболее просто и адекватно отображающий взаимосвязь элементов и структуру Т-систем. Наиболее удобным математическим аппаратом является теория графов и математическое моделирование.

Например, взаимосвязь структурных элементов в технологическом процессе или какой-либо его части (элементе) может быть задана графиком  $S(Q,W)$  множество вершин которого соответствует операциям (переходам), а множество дуг – отношениям, отражающим временную упорядоченность частей процесса:  $\rho$  – последовательное совмещение элементов процесса;  $\omega$  – параллельное совмещение элементов процесса (одновременное выполнение операций, переходов, приемов и т.д.);  $t$  – сдвиг по времени в выполнении элементов процесса (начало выполнения двух соседних элементов процесса сдвинуто на время  $t$ ).

Взаимосвязь структурных элементов детали также может быть задана в виде графа  $S_d(\mathcal{E}, C)$ , множество вершин которого соответствует элементам детали, а множество дуг – связям между этими элементами, в качестве кото-

рых могут выступать линейные размеры и требования взаимного расположения элементов.

Среди исследуемых свойств объектов и процессов важнейшим является функциональное свойство системы. В широком смысле функцию системы можно определить как ее способность к целесообразной деятельности в рамках более сложной системы, в состав которой она входит. Поэтому при системных исследованиях следует выделять общую функцию всего объекта или процесса и частные функции отдельных его элементов.

Комбинация свойств объекта (например, размеры, точность, качество поверхности, физико-механические свойства элементов детали) характеризуют состояние Т-системы. При изменении условий существования Т-системы или с течением времени возможны изменения ее состояния. Поэтому важным этапом исследования является установление наличия и закономерностей изменения свойств Т-системы или ее составных частей в ходе взаимодействия с другими системами.

Таким образом, при исследовании и описании Т-систем следует составить следующие модели:

- функциональную, которая призвана отразить назначение системы, время и место ее функционирования и функциональное взаимодействие с другими системами;
- структурную, которая призвана охарактеризовать состав элементов системы, их свойства и связи между элементами;
- информационную, которая содержит сведения об информационных потоках, связывающих систему с окружающей средой; требования к параметрическим характеристикам системы и возможности их обеспечения; сведения о наличии погрешностей и закономерностях их образования;
- организационную, которая объединяет функциональную, структурную и информационную модели в единую систему.

### **Список литературы**

1. Полетаев В. А. Информационный подход к созданию системной модели технологии формообразования // Вестник КузГТУ, 2002. – № 3. – С. 5-8.
2. Полетаев В. А. Проектирование компьютерно-интегрированных производственных систем / В. А. Полетаев, В. В. Зиновьев, А. Н. Стародубов, И. В. Чичерин. – Москва: Машиностроение, 2011. – 324 с.