

О СВЯЗИ КОНСТРУКТОРСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКЕ ПРОИЗВОДСТВА

Александр Вячеславович Зайцев

*Студент 6 курса,
кафедра «Технология машиностроения»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: А.И. Кондаков,
доктор технических наук, профессор кафедры «Технологии машиностроения»,
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана*

В ракетно-космической отрасли, как и в других отраслях машиностроения остро стоит вопрос о повышении конкурентоспособности выпускаемых изделий. Так как характерными типами производства для данной отрасли являются единичный и мелкосерийный типы, то одним из эффективных путей повышения конкурентоспособности является сокращение срока технической подготовки производства (ТПП) при одновременном повышении качества принимаемых решений за счет ее автоматизации. Наиболее часто используется при этом проектирование единичных технологических процессов изготовления деталей на основе процессов-аналогов. Поиск процессов-аналогов, как правило, осуществляется на основе субъективных предпочтений разработчика, что вызывает необходимость корректировки процессов-аналогов не менее чем на 50...60% по составу и структуре, что практически ликвидирует все преимущества автоматизации проектирования. Остро актуально повышение эффективности поиска технологических процессов-аналогов, обеспечивающих их минимальную коррекцию при преобразовании в единичные процессы. Одним из наиболее перспективных путей повышения эффективности поиска является установление формально выражаемых связей технологических и конструкторских решений.

Технологическое решение (ТР) - любое решение, принятое при ТПП или производстве, относящееся непосредственно к определению или изменению состояния предмета производства и направленное на обеспечение выпуска продукции. Объектом ТР всегда является технологический объект или их система. Возможно представление ТР в виде:

$$TR = \langle H, F, S, Z \rangle, \quad (1)$$

где H – множество характеристик системы технологических объектов, описываемой данным ТР, определяющих ее взаимодействие с внешней средой; F – множество функций, выполняющихся описываемой системой технологических объектов; S – структура системы технологических объектов, описываемой данным ТР; Z – совокупность параметров системы технологических объектов, описываемых данным ТР. В качестве технологических объектов могут рассматриваться:

- 1) материальные объекты: средства технологического оснащения, материалы, полуфабрикаты, заготовки, детали, сборочные единицы и т.д.;
- 2) материально-информационные объекты: описания технологических процессов (ТП) и их элементов, схем установки; описания и материальных технологических объектов и т.д.;
- 3) информационные объекты: данные, описания и модели объектов и их взаимодействий.

Каждому технологическому объекту соответствует технологическое понятие, определяющее его функциональный класс и формально представимое в предикатной форме. Например, операционное описание ТП можно представить в виде:

ОПЕРАЦИЯ (НАИМЕНОВАНИЕ, ОБОРУДОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, {СПИСОК ПЕРЕХОДОВ}). (2)

Между ТР одного функционального класса могут быть определены отношения тождественности, эквивалентности, подобия.

В [1, 2] предложена методика определения технологического подобия описаний ТП. В данной методике основной структурной единицей описания ТП является переход. Это ограничивает применение методики только для операционных описаний ТП, так как маршрутное описание ТП (МТП) это (ГОСТ 3.1109-82) сокращенное описание всех технологических операций в маршрутной карте в последовательности их выполнения без указания переходов и технологических режимов. Для корректного использования названной методики для МТП (которые преобладают в единичном и мелкосерийном типах производства) необходимо в качестве структурной единицы использовать операцию. При этом подобными могут быть лишь операции, характеризующиеся тождественностью атрибута ОБОРУДОВАНИЕ. В соответствии с методикой, подобие маршрутных описаний ТП определяется по формуле:

$$S_{A,B}^C = \frac{2 \cdot p}{m + n}, \quad (3)$$

где p - число пар подобных операций; m, n – число операций в сравниваемых процессах.

Конструкторское решение – информационный объект, формируемый с целью создания изделия, как материального объекта, отвечающего заданным техническим требованиям, в производственно-технологическом цикле. Для структурной декомпозиции объектов конструкторских решений (в частности деталей) перспективно использование Т-комплексов [3].

Т-комплекс – совокупность поверхностей различных типов, которые могут быть обработаны совместно при непрерывном движении инструмента по заданной траектории или обработаны комплектом последовательно используемых инструментов при реализации элементарного маршрута обработки комплекса.

Разработаны правила формирования конструкций изготавливаемых деталей из Т-комплексов.

Оценка подобия состава деталей имеет вид:

$$S_{A,B}^{сочм} = \frac{2 \cdot p}{a + b} \quad (4)$$

где p - число пар тождественных Т-комплексов в списках; a, b – общее число Т-комплексов, включая повторяющиеся, из которых состоят сравниваемые детали.

Количественное исследование связи подобия конструкторских и технологических решений проведено на основных деталях силовых гидроцилиндров. Детали гидроцилиндра выбраны в качестве объекта исследования из-за того, что они являются характерными деталями-представителями класса деталей – тел вращения, доля которых в машиностроении достигает 80% [4].

Например, для класса шток критерии сравнимости имеют вид:

Группа материала: сталь конструкционная легированная с закалкой ТВЧ или без неё.

Диапазоны размеров [мм]: Наружный диаметр $D1 = \{20; 80\}$; Длина $L = \{200; 1500\}$

Показатели качества: точность наружной цилиндрической поверхности не менее IT9, шероховатость наружной цилиндрической поверхности $Ra 0.2$ мкм.

Определение конструкторского и технологического подобия для каждой пары деталей из группы проводилось по формулам (3) и (4). По экспериментальным данным

с использованием метода наименьших квадратов получены формулы, отражающие связь конструкторских и технологических решений для каждого класса деталей гидроцилиндра (рис.1). Для класса штоков, например, формула имеет вид:

$$ТП = 0.195КП + 0.702$$

Исходя из проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Существует объективная, формально выражаемая связь оценок технологического и конструктивного подобия деталей.

2. При организации поиска технологических процессов-аналогов на основе оценок конструктивного подобия получаемая оценка технологического подобия характеризует максимальную ожидаемую коррекцию найденного процесса при его трансформации в единичный процесс.

3. Анализ чувствительности оценок технологического подобия к изменениям конструктивного подобия позволяет выявить причины возникновения различий оценок и учесть это при унификации конструкций деталей.

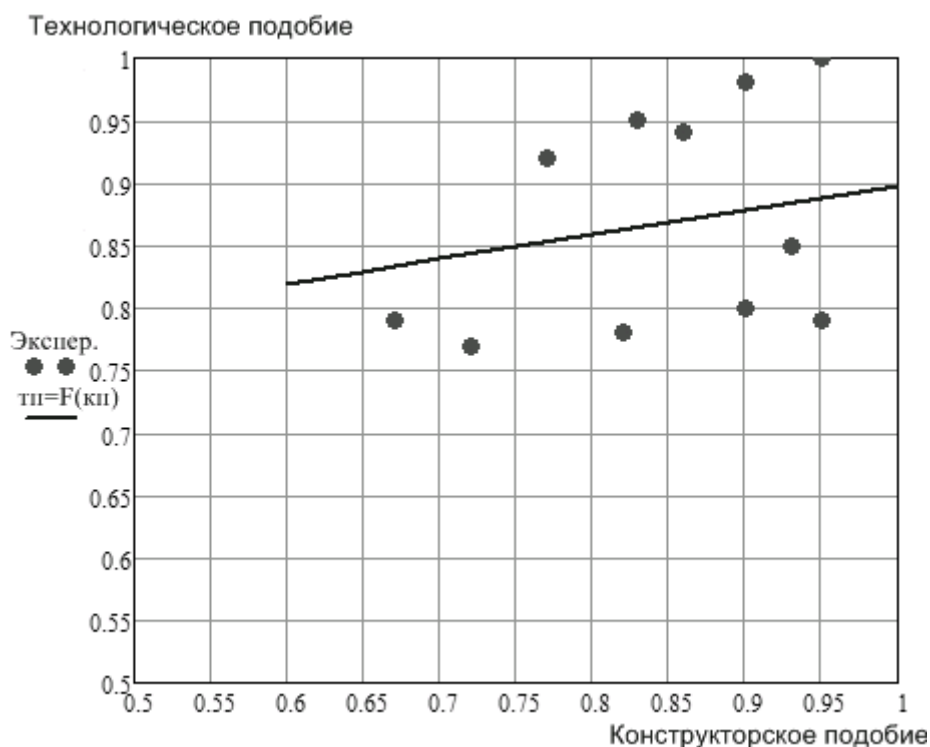


Рис. 1. Зависимость технологического подобия от конструктивного для деталей класса штоков

Литература

1. Направленное формирование свойств изделий машиностроения / Под ред. Д-ра техн. наук А.И. Кондакова. М.: Машиностроение, 2005. 352 с.:ил.
2. Технологические аспекты конверсии машиностроительного производства // А.С. Васильев, С.А. Васин, А.М. Дальский, А.И. Кондаков; Под ред. А.И. Кондакова. - М.: Тула:ТулГУ, 2003, -271с.
3. Кондаков А.И. САПР технологических процессов: учебник для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Кондаков. – М: Издательский центр "Академия", 2007. -272с.
4. Технология машиностроения: В 2-х т. Т.1. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов /В.М. Бурцев, А.С. Васильев, А.М. Дальский и др.; Под ред. А.М. Дальского. – 2-е изд., стереотип. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 564с.