

**Секция 1**  
**ТЕХНОЛОГИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ**  
**МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**УДК 621.048**

**АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БАЗИРОВАНИЯ  
ЗАГОТОВОВОК ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ СИНТЕЗА  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

**В.И. АВЕРЧЕНКОВ, В.В. НАДУВАЕВ, Е.Н. ФРОЛОВ**  
*Брянский государственный технический университет,  
Россия*

*Рассматривается подбор базирования в случае автоматизированного проектирования технологических процессов методом синтеза при широком использовании математических методов решения производственных задач.*

Одной из подзадач проектирования ТП является подбор схем базирования для каждой технологической операции. Анализ доступных информационных источников показал, что данная задача решается на основе типовых решений либо с использованием диалогового режима, когда технологу на основе его опыта предлагается самому выбрать схемы базирования. Также используется методика выбора рациональных схем базирования на основе оценки погрешностей: если точность выполняемых на операции размеров обеспечивается только одной схемой базирования, то она выбирается в качестве окончательной; при обеспечении заданной точности несколькими схемами их следует анализировать по минимуму времени на установку и снятие заготовки, заданной точности и себестоимости приспособления.

В результате анализа методов выбора рациональных схем базирования, были выявлены следующие недостатки:

- 1) отсутствует четкая формализация методов и алгоритмов для автоматизированного решения данной задачи;
- 2) существующие методы не дают количественных оценок качества схем базирования.

В случае автоматизированного проектирования ТП методом синтеза, в котором проектирование строится от обработки отдельных поверхностей с последующим объединением обработок в операции, целесообразнее использовать современные математические методы. Принцип предлагаемого

метода заключается в построении дерева «возможных вариантов обработки заготовки». В условиях конкретного производства, с целью оптимизации вычислительного процесса, большое множество вариантов ТП можно сократить за счет введения некоторых ограничений. Такими ограничениями могут быть: конфигурирование баз данных станочного оборудования и технологической оснастки под конкретное предприятие; добавление в дерево «возможных вариантов обработки заготовки» небольшого количества рациональных схем базирования; добавление в дерево операций с максимальным количеством обрабатываемых поверхностей; использование алгоритмов поиска кратчайших путей для отсечения заведомо проигрышных вариантов.

Дерево возможных вариантов обработки заготовки может строится из узлов двух типов: операция и схема базирования.

Алгоритм построения дерева включает в себя ряд процедур.

1. Формирование различных сочетаний технологических баз;
2. При помощи многокритериальной системы принятия решений производится ранжирование всех найденных схем;
3. Выбор нескольких рациональных схем базирования и занесение в дерево возможных вариантов обработки заготовки.
4. Для каждого узла «схема базирования» подбираются возможные обработки поверхностей и добавляются в дерево.
5. После прохождения узла «операция» заготовка получает новое (текущее) состояние качества.

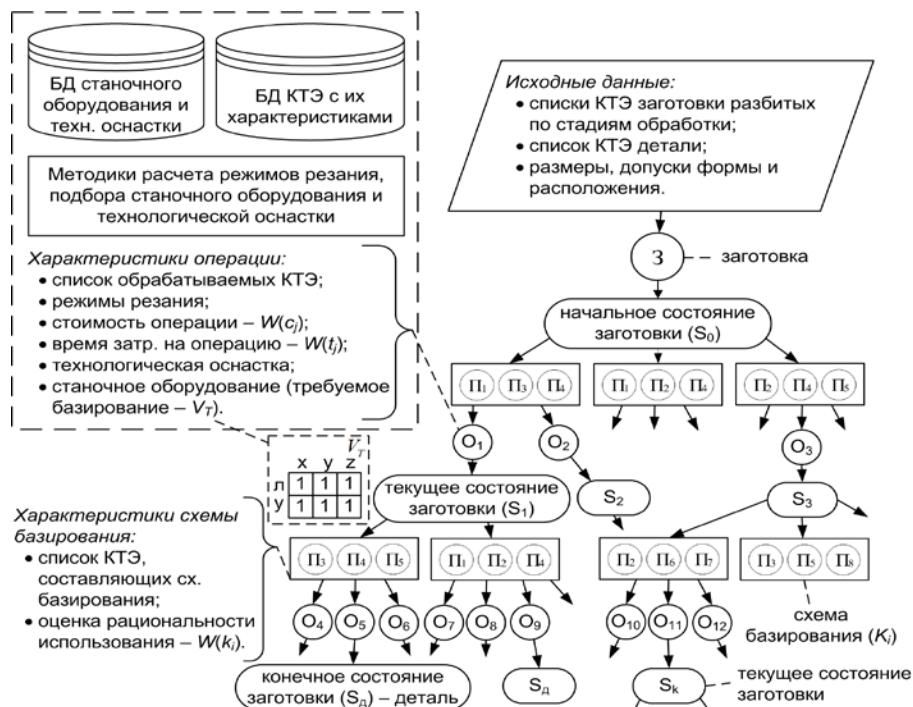


Рис. Формирование дерева «возможных вариантов обработки заготовки»

При формировании дерева (рис.) используется понятие конструкторско-технологического элемента (КТЭ), оно означает совокупность неразделяемых поверхностей, получаемых на одной технологической операции, например, пазы, резьбы, шлицы и т.д. Далее для упрощения будем использовать понятие «поверхность» вместо КТЭ.

После формирования дерева (рис.) формируется оптимальный технологический процесс, который выражен в «кратчайшем» пути от состояния заготовки до состояния детали.

Для нахождения оптимального пути в дереве используется функция полезности:

$$J(k, t, c) = \left\{ \max \sum_{i=1}^n W(k_i), \min \sum_{j=1}^m W(t_j) \sum_{j=1}^m W(c_j) \right\},$$

где  $W(k_i)$  – оценка качества  $i$ -й схемы базирования;  $W(t_j)$  – оценка времени обработки  $j$ -й операции;  $W(c_j)$  – оценка стоимости обработки  $j$ -й операции.

После нахождения оптимального пути в дереве формируется маршрутный и операционный ТП. Одной из ключевых задач, решаемых в предлагаемом подходе, является выбор рациональных схем базирования. Для оценки рациональности использования схем базирования требуется выстроить систему правил, которые будут определять предпочтительность выбора той или иной схемы. В качестве такой системы правил было предложено использовать многокритериальную систему принятия решений.

Были проанализированы следующие методы принятия решений: многокритериальная теория полезности; метод анализа иерархий; методы ранжирования многокритериальных альтернатив. Для решения задачи выбора рациональных схем базирования при решении задач синтеза был выбран метод анализа иерархий.

Исходными данными задачи выбора рациональных схем являются схемы базирования, которые генерируются для каждого текущего состояния заготовки. На качество схем влияют различные факторы, выраженные через критерии выбора.

Определены следующие критерии выбора:

- 1 погрешность схемы базирования заготовки;
- 2 относительная стоимость приспособления;
- 3 вспомогательное время, необходимое на установку и снятие;
- 4 доступность обрабатываемых и базовых поверхностей;

При определении качества анализируемых схем базирования устанавливалась степень важности каждого из критериев, таким образом, эксперт-технолог может учитывать индивидуальные предпочтения и производственные условия предприятия.

Разработанный метод многокритериального выбора рациональности базирования заготовки, а также созданная на базе этого метода автоматизированная система позволяют решить одну из главных подзадач синтеза технологических процессов.