

# ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ

УДК 621:658.011.56

## АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕТАЛЕЙ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ

С.А. Волков, А.Н. Рябов

*Рыбинская государственная авиационная технологическая академия  
им. П.А. Соловьева*

Во многих отраслях промышленности существует тенденция к повышению требований по точности деталей и надежности работы изделий. Этим обусловлено широкое применение и возросшее значение систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП).

В то же время, несмотря на разнообразие таких систем, решение многих технологических задач как логического, так и расчетного характера в них не автоматизировано и зачастую базируется на использовании имеющегося производственного опыта, что не гарантирует оптимальных результатов.

Так, например, не автоматизирован учет эксплуатационных показателей деталей и их соединений, а при решении вопроса автоматизации расчета операционных размеров не используются последние достижения технологии машиностроения, что отрицательно сказывается на результатах проектирования.

Авторами предлагается решить задачу автоматизированного проектирования маршрута обработки исходя из обеспечения заданных эксплуатационных показателей деталей на основе комплексной оптимизации. Для этого была создана автоматизированная система формирования и оптимизации маршрута обработки.

Первоначальный выбор методов обработки предлагается осуществлять исходя из эксплуатационных требований, предъявляемых к тем или иным сопрягаемым поверхностям деталей машин и их узлов. Поэтому требуемый комплекс эксплуатационных показателей или один из них должен определяться исходя из совместного анализа условий эксплуатации и технических условий на изделие.

Формирование вариантов маршрута обработки поверхности предлагается производить, используя принцип многоуровневой декомпозиции

процессов проектирования [1, 2]. Это позволяет преодолеть начальную неопределенность задачи технологического проектирования, поэтому решения первой стадии носят наиболее общий характер и на последующих уровнях конкретизируются до требуемой степени детализации.

В соответствии с вышеизложенным, весь процесс проектирования разделяется на следующие три уровня.

*1. Разработка принципиальной схемы техпроцесса.* На данном уровне производится определение последовательности технологических этапов (стадий), типа заготовки, ориентировочного состояния детали после выполнения каждого этапа. Для разделения технологического процесса на этапы (стадии) используется исходная информация о точности, шероховатости, физико-механическом состоянии поверхностей заготовки и детали, а также ориентировочные значения точности и шероховатости, достижимые на каждом из этапов технологического процесса. Формирование принципиальной схемы технологического процесса предлагается осуществлять, используя матрицу выбора этапов обработки, составленную авторами путем анализа и обобщения производственных данных и результатов исследований.

При необходимости введения термической обработки поверхности детали необходимо в диалоговом режиме скорректировать принципиальную схему технологического процесса путем добавления термического этапа с указанием вида термообработки и, в случае необходимости, дополнительной стадии механообработки. Изменения в свойствах обрабатываемого материала после проведения термической операции вносятся путем обработки информации из базы данных методов термической обработки.

*2. Формирование маршрута обработки поверхностей.* Маршрут обработки детали характеризует состав и последовательность операций в каждом этапе, состояние обрабатываемой детали после выполнения каждой операции и основные характеристики системы обработки. На данном этапе по каждой поверхности формируется набор методов обработки, обеспечивающих требуемые эксплуатационные показатели и точность обработки (рис. 1).

Отличительной особенностью данного алгоритма является расчет припусков и операционных размеров, а также технологических условий обработки для выбранного метода с использованием соответствующих расчетных процедур и программных продуктов, разработанных на кафедре «Технология авиационных двигателей и общего машиностроения» РГАТА имени П.А. Соловьева [3].

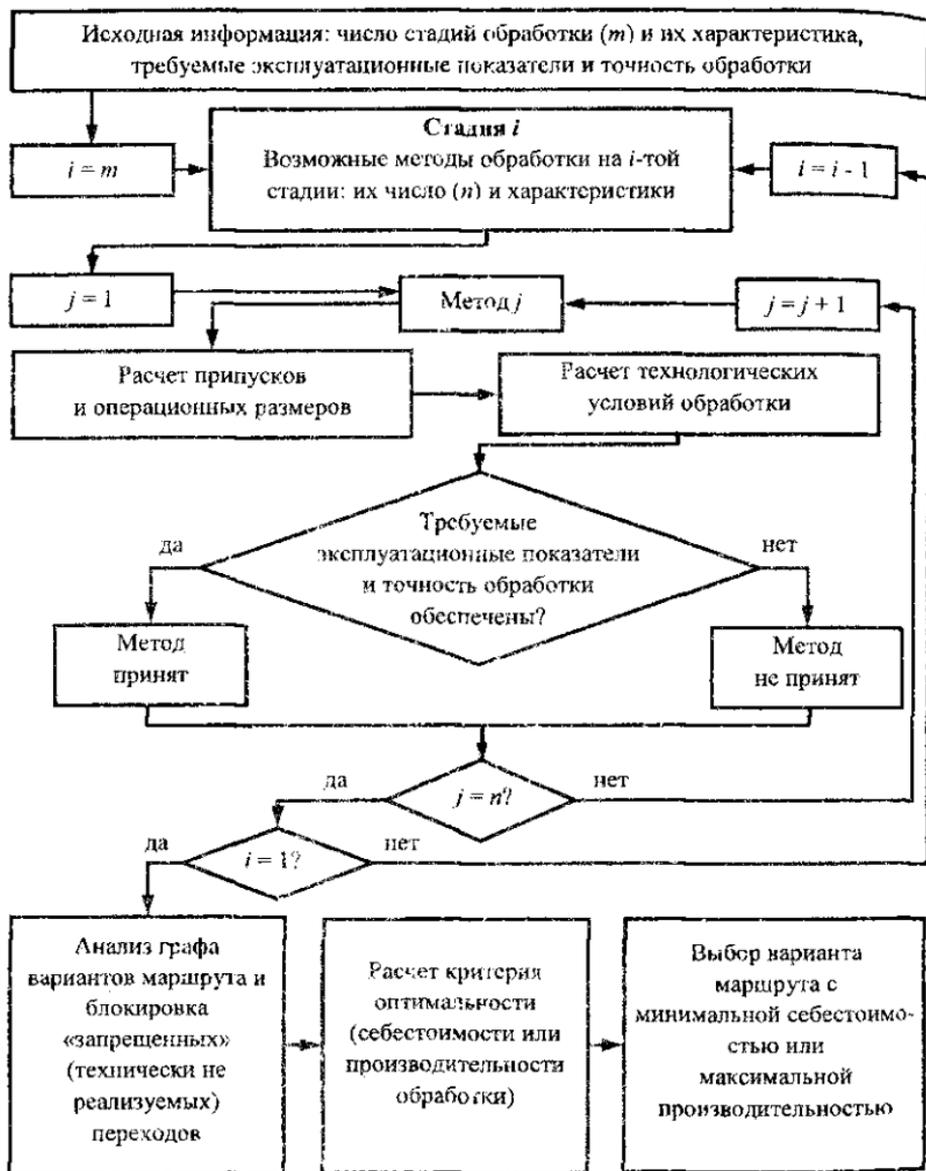


Рис. 1. Схема формирования маршрута обработки поверхности

Этап расчета операционных размеров и припусков на обработку осуществляется с использованием теории графов по методу максимума-минимума и реализуется в отдельном модуле, включающем несколько

взаимосвязанных алгоритмов. Определение технологических условий обработки производится также в отдельном модуле с использованием теоретических зависимостей, связывающих эксплуатационные показатели деталей, точность обработки, а также ее технико-экономические характеристики с технологическими условиями обработки [4].

3. *Разработка операционной технологии.* После определения маршрутов обработки для всех поверхностей детали в диалоговом режиме производится формирование операций обработки детали в целом, вводится дополнительная информация, необходимая для заполнения операционных карт. Здесь же производится расчет норм времени с использованием соответствующего расчетного модуля системы, разрабатываются операционные эскизы, формируются и выводятся на печать операционные карты.

Методика автоматизации проектирования технологических процессов, описанная выше, реализована в виде отдельного программного модуля, который взаимодействует с пакетом программ «Техкард» (разработчик – НПП «Интермех», г. Минск, Беларусь). Стыковка внешнего модуля автоматизации формирования маршрута обработки с САПР «Техкард» позволила использовать готовые решения по созданию информационно-поисковой системы, подготовке исходной технологической информации, формированию и выводу технологической документации.

В результате стало возможным сформировать структуру технологического процесса и рассчитать операционные размеры и режимы резания исходя из обеспечения заданных эксплуатационных показателей деталей с учетом экономической целесообразности.

### Литература

1. Петренко, А.И. Основы построения систем автоматизированного проектирования [Текст] / А.И. Петренко, О.И. Семенов. – Киев: Вища школа, 1984. – 296 с.
2. Цветков, В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов / В.Д. Цветков. – Минск: Наука и техника, 1979. – 261 с.
3. Расчет технологических условий токарной обработки, обеспечивающих заданные параметры качества поверхностного слоя и точность обработки (Свидетельство № 3457 от 19.05.2004 об отраслевой регистрации разработки «Техно») / В.Ф. Безъязычный, Т.Д. Кожина, С.А. Волков. – М., 2004.
4. Безъязычный, В.Ф. Оптимизация технологических условий механической обработки деталей авиационных двигателей / В.Ф. Безъязычный [и др.]. – М.: Изд-во МАИ, 1993. – 184 с.

## ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ

Ю.Е. Махаринский

УО «Витебский государственный технологический университет»

Оптимальным считается ступенчатый алгоритм управления, который обеспечивает удаление заданного припуска за минимальное число проходов без нарушения силовых и тепловых ограничений производительности. Рассматривается оптимизация следующих элементов рабочего цикла [1, 2]:

1) этап предварительного шлифования с ускоренным врезанием или без него;

2) этап чистового шлифования (в зависимости от сочетания значений параметров  $b$  и  $Y$ ) с нулевой или ненулевой подачей;

3) отделочное шлифование с микроподачей.

Таблица 1

Варианты ступенчатых алгоритмов управления

NS	$S_v$	$S_2$	$S_3$
1	$>0$	$>0$	$>0$
2	$=0$	$>0$	$>0$
3	$>0$	$=0$	$>0$
4	$=0$	$=0$	$>0$

**Алгоритм расчета при наличии увеличенной подачи и выхаживания без подачи.** Если  $\sigma_v > 0$ , то система ограничений производительности на черновом этапе [3] принимает следующий вид:

$$\begin{aligned} \sigma_v &= \alpha_1 \cdot (1 + Y); \quad \sigma_1 = \alpha_1; \quad \pi_1 = \sigma_1 \cdot i_1; \quad \alpha_1 \leq \alpha_m; \\ \alpha_1 &= C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1)^2. \end{aligned} \quad (1)$$

Если задано значение  $i_1$ , то из второго, третьего и пятого уравнений этой системы получаем

$$\frac{\pi_1}{i_1} = C_0 + C_1 \cdot (\pi_0 - \pi_1) + C_2 \cdot (\pi_0 - \pi_1)^2,$$

откуда легко получается квадратное уравнение для вычисления  $\pi_1$

$$C_2 \cdot \pi_1^2 - A_1 \cdot \pi_1 + \alpha_0 = 0; \quad (2)$$

где  $A_1 = C_1 + 2 \cdot C_2 \cdot \pi_0 + 1/i_1$ ;  $\alpha_0 = C_0 + C_1 \cdot \pi_0 + C_2 \cdot \pi_0^2$ .