

УДК 621.9.01

## СТРУКТУРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

А.А. СИНЬКЕВИЧ

Научный руководитель А.Н. РЯЗАНЦЕВ, доц.  
ГУВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На машиностроительных предприятиях с серийным типом производства широко применяются стандартные профили проката в качестве заготовок для изготовления деталей цилиндрической формы. Причем в связи с ростом стоимости энергоресурсов наблюдается тенденция к ещё более широкому использованию этого вида заготовок при изготовлении деталей имеющих форму тела вращения.

При изготовлении цилиндрических деталей из проката на токарных операциях затрачивается достаточно большое время на удаление общего припуска за несколько рабочих ходов инструмента. В настоящее время отсутствует научно обоснованная методика, которая позволяла бы определить оптимальное количество рабочих ходов инструмента для удаления припуска на отдельных поверхностях инструмента и оптимальную последовательность технологических переходов связанных с обработкой этих поверхностей. В связи с этим актуальной является задача разработки современной методики структурной оптимизации токарных операций.

Проведенный анализ существующих подходов к решению задачи поиска оптимального варианта удаления точением припуска на цилиндрических, ступенчатых поверхностях показал, что предложенные способы выявления возможных вариантов обработки не являются корректными.

В этой связи был предложен новый способ поиска оптимальных вариантов последовательности выполнения технологических переходов и рабочих ходов инструмента при точении цилиндрических, ступенчатых поверхностей путем компьютерного моделирования.

Задача определения оптимального количество рабочих ходов для удаления припуска на отдельных поверхностях инструмента и последовательность рабочих ходов инструмента для удаления припуска на всех поверхностях детали относится к задаче структурной оптимизации технологических операций. Выбор оптимального варианта разделения общего припуска отдельной поверхности на элементарные части выполняется в три этапа.

На первом этапе определяются все возможные варианты разделения общего припуска для отдельных поверхностей на рабочие ходы инструмента в пределах допустимых максимальной и минимальной глубины резания.

В качестве входных данных для рассматриваемой задачи используются: общий припуск  $P$ , максимально допустимая глубина резания  $T_{\max}$ , минимальная глубина резания  $T_{\min}$ , шаг изменения глубины резания  $h$ .

Формирование возможных вариантов разделения общего припуска отдельной поверхности выполняется путем определения последовательности рабочих ходов инструмента с монотонно убывающей и монотонно возрастающей глубиной резания с заданным шагом изменения глубины резания  $h$ . В результате выполнения этой процедуры создается массив данных, состоящий из нескольких тысяч возможных вариантов разделения припуска который содержит сведения о количестве рабочих ходов инструмента и глубине резания для каждого рабочего хода.

Второй этап оптимизации заключается в выявлении оптимальной последовательности рабочих ходов инструмента по минимуму основного времени технологического перехода.

Определение оптимального варианта последовательности рабочих ходов инструмента выполняется на основе функциональной модели процесса точения. Разработанная функциональная модель процесса точения учитывает ограничения по основным характеристикам элементов технологической системы и техническим требованиям к поверхности детали. В процессе моделирования для каждого рабочего хода инструмента определяются оптимальные режимы резания и основное время выполнения технологического перехода. После последовательного моделирования всех вариантов разделения общего припуска по критерию - минимум основного времени, определяется оптимальный вариант выполнения технологического перехода.

На третьем этапе моделирования выявляется оптимальная последовательность рабочих ходов инструмента для связанных технологических переходов. Данная процедура выполняется программой, которая в лексикографическом порядке определяет возможное количество перестановок из элементарных частей, на которые разделен общий припуск. Например, при точении трехступенчатого вала, общий припуск заготовки которого разбит на шесть частей, общее количество перестановок составляет 120. Из найденных вариантов путем фильтрации выделяются возможные варианты удаления припуска исходя из условий предшествования и следования рабочих ходов режущего инструмента.

Таким образом, в результате моделирования обеспечивается выбор оптимального состава и оптимальной последовательности выполнения рабочих ходов инструмента и технологических переходов токарной операции.

В результате выполнения вычислительных экспериментов с использованием созданной компьютерной модели токарной операции было установлено, что структурная оптимизация операций позволяет сократить основное время ее выполнения на 20–40 %.