

# АЛГОРИТМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГРУППОВОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ

*А.М. МАРКОВ, доктор техн. наук, профессор,  
М.И. МАРКОВА, канд. техн. наук, доцент,  
Е.М. ПЛЕТНЕВА, аспирант,  
(АлтГТУ им. И.И. Ползунова, г.Барнаул)*

Статья поступила 10 октября 2012 года

**Марков А.М.** – 656038, Алтайский край, г. Барнаул, пр. Ленина, 46,  
ФГБОУ ВПО «Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова»  
e-mail: kuzovleva\_katya@mail.ru, andmarkov@inbox.ru

Рассматривается алгоритм проектирования группового технологического процесса в условиях мелкосерийного и серийного производства, который позволяет группировать детали по деталиеоперациям и сформировать оптимальное задание на обработку для имеющегося оборудования.

**Ключевые слова:** групповой технологический процесс, проектирование, оптимизация, группирование деталей, деталиеоперация.

В настоящее время машиностроительное производство чаще всего является мелкосерийным и серийным, на технологическую подготовку которого тратится существенное время. Актуальной становится задача сокращения сроков внедрения и изготовления часто меняющейся номенклатуры изделий. Современные системы автоматизированного проектирования позволяют значительно сократить время технологической подготовки производства, разрабатывать не только двухмерные и трехмерные модели деталей, а также технологические процессы их изготовления.

В условиях мелкосерийного и серийного производства находят применение групповые технологические процессы. Групповая технология позволяет, обрабатывая детали широкой номенклатуры, значительно увеличить коэффициент закрепления операций, создать условия производства, близкие к крупносерийному.

Образование технологических групп является сложным и ответственным моментом, от которого зависит экономическая эффективность применения группового метода обработки [1].

При формировании групп во внимание принимаются не только конструктивные при-

знаки деталей, но и точностные (точность размеров, формы, взаимного расположения и шероховатость обрабатываемых поверхностей), технологические (общность технологии), инструментальные (общность оснащения), организационно-плановые (единое планирование и организация производства). Учитывая, что современный металлорежущий станок с ЧПУ позволяет реализовать различные виды заготовок (точение, фрезерование, растачивание), в условиях мелкосерийного производства для формирования групп целесообразно использовать набор операций, выполняемых на определенном типе оборудования, установленного на участке.

Кроме того, необходимо принимать во внимание технико-экономические признаки, к которым относятся количество операций и трудоемкость их выполнения для каждой детали [2].

На рис. 1 представлен алгоритм формирования технологических групп.

В качестве примера реализации предложенного алгоритма сформирован групповой технологический процесс обработки деталей на участке, имеющем фрезерные и токарные станки с ЧПУ. Для деталей, производство которых необходимо осуществить на имеющемся обо-

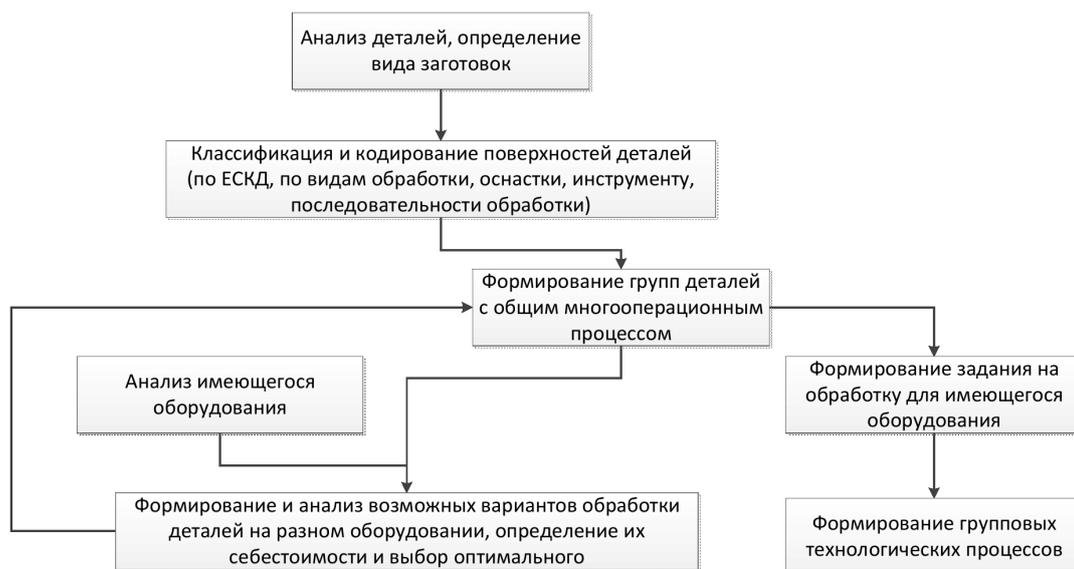


Рис. 1. Алгоритм проектирования группового технологического процесса

рудовании за определенный срок, был проведен предварительный анализ с целью установления общих конструктивных и точностных признаков, а также определения методов получения заготовок. Набор деталей приведен на рис. 2.

Поскольку количество деталей небольшое, то группирование деталей целесообразно проводить по деталиеоперациям. Как видно из рисунка, конструкция деталей не позволяет сформировать для них комплексную деталь.

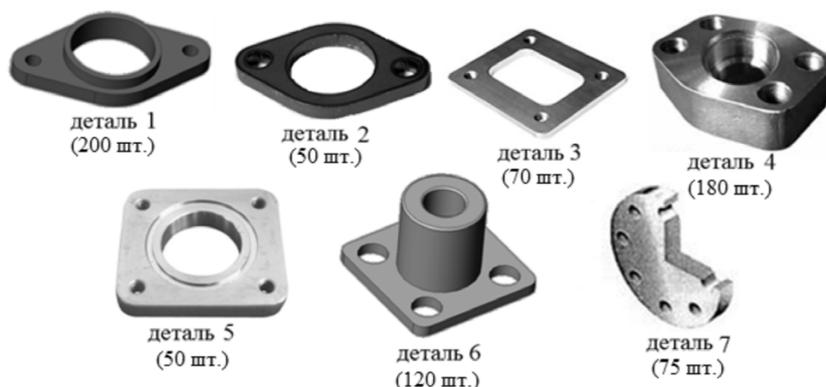


Рис. 2. Набор деталей для групповой обработки

Таблица 1

Варианты обработки детали 1

Код поверхности по ЕСКД	Обработка на фрезерном станке с ЧПУ			Обработка на токарном станке с ЧПУ			
	Номер установка	Название операции	Основное штучное время, мин	Номер установка	Название операции	Основное штучное время, мин	Разница времени (Δ, мин)
8	1	Фрезерование торца	0,04	1	Подрезка торца	0,03	0,01
13	2	Сверление центрального отверстия	0,04	2	Сверление центрального отверстия	0,04	0
13	2	Зенкерование центрального отверстия	0,02	2	Растачивание центрального отверстия	0,13	-0,09
60	2	Фрезерование верхней поверхности	0,35	2	Точение цилиндра	0,3	0,05
16	2	Сверление малых отверстий	0,3		-----		
64	3	Фрезерование по контуру	0,8		-----		
			Σ1,55			Σ0,5	



На следующем этапе произведено объединение в группы однотипных поверхностей деталей с использованием классификатора ЕСКД (рис. 3).

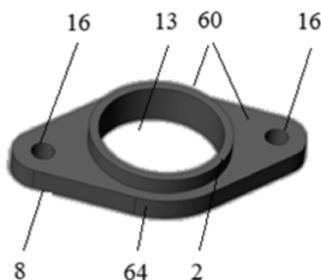


Рис. 3. Кодирование поверхностей детали по ЕСКД:

- 2 – цилиндрическая поверхность вращения;
- 8 – торец детали; 13 – центральное отверстие;
- 16 – гладкое цилиндрическое отверстие;
- 60 – ступенчатая плоскостная деталь;
- 64 – комбинированный контур

Далее для каждой поверхности определено оборудование, на котором она может быть обработана, необходимый инструмент и оснастка. Рассмотрены все возможные варианты, а также установлена последовательность обработки поверхностей с указанием установа и рассчитано время обработки поверхностей с помощью САРР-систем. В табл. 1 приведены варианты обработки поверхностей детали 1 на фрезерном и токарном станках.

Затем был осуществлен выбор варианта обработки детали с наименьшим временем обработки, но с учетом наименьшего количества



Рис. 4. Схема первоначального технологического маршрута обработки детали 1

переустановов детали, сформирован первоначальный технологический маршрут обработки детали. Поскольку для токарного станка время обработки торца меньше, то выбрано подрезание торца на токарном станке. На втором установе на фрезерном станке обрабатывается три поверхности и выполняется четыре перехо-

Таблица 2

Первоначальный технологический маршрут обработки детали 1

Код поверхности по ЕСКД	Обработка на фрезерном станке с ЧПУ			Обработка на токарном станке с ЧПУ			Разница времени (Δ, мин)
	Номер установа	Название операции	Основное штучное время, мин	Номер установа	Название операции	Основное штучное время, мин	
8	1	Фрезерование торца	0,04	1	Подрезка торца	0,03	0,01
13	2	Сверление центрального отверстия	0,04	2	Сверление центрального отверстия	0,04	0
13	2	Зенкерование центрального отверстия	0,02	2	Растачивание центрального отверстия	0,13	-0,09
60	2	Фрезерование верхней поверхности	0,35	2	Точение цилиндра	0,3	0,05
16	2	Сверление малых отверстий	0,3		-----		
64	3	Фрезерование по контуру	0,8		-----		
			Σ1,51			Σ0,03	

**Измененный технологический маршрут обработки детали 1**

Код поверхности по ЕСКД	Обработка на фрезерном станке с ЧПУ			Обработка на токарном станке с ЧПУ			Разница времени (Δ, мин)
	Номер установка	Название операции	Основное штучное время, мин	Номер установка	Название операции	Основное штучное время, мин	
8	1	Фрезерование торца	0,04	1	Подрезка торца	0,03	0,01
13	2	Сверление центрального отверстия	0,04	2	Сверление центрального отверстия	0,04	0
13	2	Зенкерование центрального отверстия	0,02	2	Растачивание центрального отверстия	0,13	-0,09
60	2	Фрезерование верхней поверхности	0,35	2	Точение цилиндра	0,3	0,05
16	2	Сверление малых отверстий	0,3		-----		
64	3	Фрезерование по контуру	0,8		-----		
			Σ1,51			Σ0,03	

да, а на токарном – только две поверхности и три перехода. Суммарное время обработки поверхностей на втором установе на фрезерном станке меньше, поэтому выбран фрезерный станок. Обработка контура детали возможна только фрезерованием. Схема первоначального технологического маршрута обработки детали 1 представлена на рис. 4 и в табл. 2. Сумма основного времени обработки детали 1 на фрезерном станке составила 1,5 мин, на токарном станке 0,03 мин.

Аналогичным образом были проведены расчеты для остальных деталей. С учетом количества изготавливаемых деталей в партии сумма основного времени обработки всех семи деталей для фрезерного станка составила 1266,6 мин, а для токарного 292,35 мин (табл. 4). Соответственно время простоя токарного станка составило 974,25 мин. Поскольку станки загружены неравномерно, необходимо провести анализ загрузки оборудования и перераспределить обработку деталей с целью сокращения простоя токарного станка. Измененный технологический маршрут для детали 1 представлен на рис. 5 и в табл. 3.

Таблица 4

**Результат расчета основного времени для станков**

Время обработки	Фрезерный станок, мин	Токарный станок, мин	Разница, мин
Первоначальное основное время, мин	1266,6	292,35	974,25
Измененное основное время, мин	1012,3	449,25	563,05

После перераспределения сумма основного операционного времени обработки всех семи деталей для фрезерного станка составила 1012,3 мин, для токарного 449,25 мин (табл. 4).

Объединение деталей в группы по операциям отражено в табл. 5.

При формировании задания на обработку для станков первоначально детали подавались по-



Рис. 5. Схема измененного технологического маршрута обработки детали 1

**Группирование деталей по деталям операциям с учетом последовательности обработки**  
(индекс – номер установка детали)

Операции	Номер детали							Операции	Номер детали						
	1	2	3	4	5	6	7		1	2	3	4	5	6	7
Фрезерный станок:								Токарный станок:							
сверл. мал. отв.	5 <sub>3</sub>	5 <sub>3</sub>	5 <sub>3</sub>	5	6	6	4	подрезка торца	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1,2 <sub>1</sub>	1 <sub>1</sub>	1,2 <sub>1</sub>
фрезер. контура	6 <sub>4</sub>	6 <sub>4</sub>	6 <sub>4</sub>	7	7			сверл. центр. отв.	2 <sub>2</sub>	2 <sub>2</sub>		2 <sub>2</sub>	2 <sub>2</sub>	2 <sub>2</sub>	
фрезер. вер. пов-ти		4 <sub>3</sub>	4 <sub>3</sub>	4	4			расточив. центр. отв.	3 <sub>2</sub>	3 <sub>2</sub>		3 <sub>2</sub>	3 <sub>2</sub>	3 <sub>2</sub>	
сверл. центр. отв.			2 <sub>3</sub>					точение цилиндра	4 <sub>2</sub>					4 <sub>2</sub>	3 <sub>2</sub>
фрезер. центр. отв.			3 <sub>3</sub>					точение пов-ти						5 <sub>2</sub>	
фрезер. паза					5										

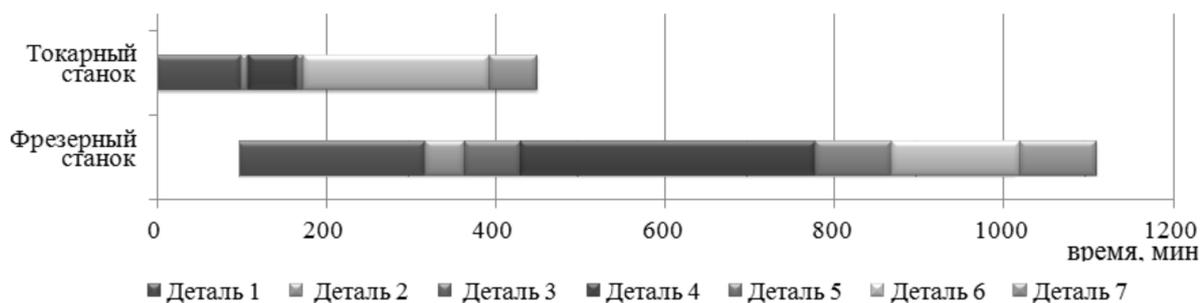


Рис. 6. Первоначальная последовательность обработки деталей на станках

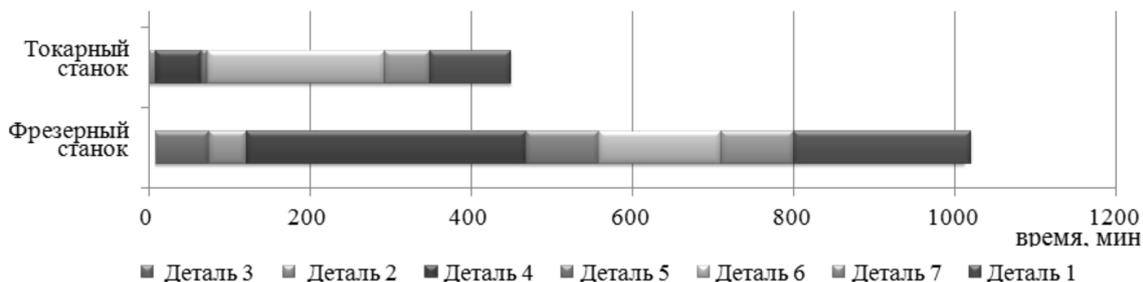


Рис. 7. Скорректированная последовательность обработки деталей на станках

следовательно от 1 до 7 (рис. 6). Чтобы избежать простоя фрезерного станка последовательность была изменена (рис. 7).

Таким образом, предложенный алгоритм позволяет группировать детали по деталям операциям и сформировать оптимальное задание на обработку для имеющегося оборудования, что обеспечивает снижение себестоимости продукции и повышает производительность труда. Данный алгоритм может быть реализован на со-

временных предприятиях в условиях мелкосерийного и серийного производства.

**Список литературы**

1. Митрофанов С.П. Групповая технология машиностроительного производства. Т. 1. Организация группового производства. – Л.: Машиностроение, 1983. – 407 с.
2. Маталин А.А. Технология машиностроения. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд., 1985. – 496 с.

**Algorithm of design of group technological process of machining of details**

A.M.Markov, M. I. Markova, E.M. Pletneva

In article the algorithm of design of group technological process in the conditions of a small-scale and mass production which allows to group details for operations is considered and to create an optimum task for processing for the available equipment.

**Key words:** group technological process, design, optimization, grouping of details, technological operations.