

По определению контура первого класса

$$p_{\Sigma I} = n_I \quad (1)$$

По определению контура второго класса

$$p_{\Sigma II} = 2n_{II} \quad (2)$$

Для механизма запишем

$$\left. \begin{aligned} p_{\Sigma} &= p_{\Sigma I} + p_{\Sigma II} \\ n &= n_I + n_{II} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где p_{Σ} — число кинематических пар механизма;

n — число подвижных звеньев механизма.

При вычитании второго уравнения из первого в системе уравнений (3) с учетом равенств (1) и (2), получим

$$n_{II} = p_{\Sigma} - n \quad (4)$$

С учетом (4) из второго уравнения системы (3) получим

$$n_I = 2n - p_{\Sigma} \quad (5)$$

Таким образом, в механизме, состоящем из твердых звеньев, число контуров высшего второго класса равно разности числа кинематических пар и числа подвижных звеньев механизма, а число контуров первого класса равно разности удвоенного числа подвижных звеньев и числа кинематических пар механизма.

В целом для механизма произвольной структуры, включая стойку, можно записать

$$\left. \begin{aligned} n_0 &= 1 \\ n_I &= 2n - p_{\Sigma} \\ n_{II} &= p_{\Sigma} - n \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

SUMMARY

The free structure mechanism with hard sections construction law was removing in Sumy State University, Any mechanism consists of zero, first and second classes sidebars-sections was accepted.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артоболовский И. И. Теория механизмов и машин. - М.: Наука, 1975.
2. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы: Справочник. - М.: Машиностроение, 1991.
3. Крейнин Г. В., Бессонов А. П., Воскресенский В. В. и др. Кинематика, динамика и точность механизмов: Справочник. - М.: Машиностроение, 1984.

Поступила в редколлегию 19 марта 1999 г.

УДК 658.512

МЕТОДИКА ОТРАБОТКИ НА ТЕХНОЛОГИЧНОСТЬ КОНСТРУКЦИИ ИЗДЕЛИЯ В МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩЕМ ПРОИЗВОДСТВЕ

О.В.Радчук, асп.

В условиях современного производства обеспечение технологичности изделий и их составных частей требуется с наиболее полным анализом и учетом закономерностей двух систем связей: связей машин и связей производственного процесса. При обеспечении технологичности

конструкции изделия появляется возможность использовать рациональную структуру операций с характеристиками методов обработки и контроля, с одной стороны, и средствами автоматизации, - с другой, а также их взаимосвязь с конструктивными параметрами составных частей изделия.

Задача отработки конструкции изделия на технологичность заключается в том, чтобы при заданных технических ограничениях выбрать такую структуру технологического процесса механической обработки, которая обеспечила бы получение заданных по чертежу размеров и точности с наименьшей технологической себестоимостью. Техническими ограничениями являются методы обработки, оборудование, приспособления, инструмент и исходные материалы применяемые на предприятии.

Выбор в качестве основного критерия технологичности конструкции детали (ТКИ) - технологической себестоимости, неслучаен, т.к. экономическое содержание ТКИ свидетельствует о том, что изменение степени отработки конструкции на технологичность приводит к изменению затрат рабочей силы, прошлого труда, затрат на эксплуатацию и ремонт оборудования. Другими словами, всякое изменение конструктивных форм и элементов детали или конструкции изделия немедленно влечет за собой изменения в технологическом процессе обработки, что приводит к изменению технологической себестоимости. Все это говорит о том, что технологическая себестоимость может и должна быть одним из показателей технологичности конструкции изделия, обобщенно характеризующим расходы всех видов труда на производство изделия.

При выборе структуры технологического процесса деталь (КД) рассматривается как комплекс пространственно расположенных поверхностей (П) $КД = \{П_1, П_2, \dots, П_m\}$, представляющих собой совокупность обрабатываемых отверстий (О) и контуров (К) $П_m = \{O_1, O_2, \dots, O_i, K_1, K_2, \dots, K_i\}$, рис.1 [1].

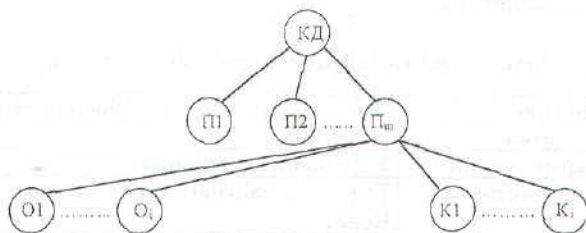


Рисунок 1 - Структура конструкции изделия

Методика отработки на технологичность конструкции изделия в механообрабатывающем производстве заключается в следующем.

1 Для каждой детали изделия определяем массив способов получения заготовки, которые технически реализуемы на предприятии, или прогрессивных способов, которые возможно реализовать на других предприятиях (для покупных заготовок).

2 Выбираем из данного массива метод получения заготовки. Исключаем данный метод из массива и рассчитываем действительные размеры заготовки с учетом качественной отработки конструкции детали на технологичность. Определяем массу заготовки.

3 Определяем себестоимость получения одной заготовки C_0 укрупненным методом - методом анализа структуры себестоимости. Расчет проводим с учетом того, что материал в структуре себестоимости заготовки составляет:

- для литейного производства - 35,1%;
- для кузнечного производства - 52,3%;
- для пресового и штамповочного производства - 59,2%;
- для заготовительного сварочного производства - 56,8%;
- для специализированного заготовительного производства - 57,5%.

4 Формируем массив структур маршрутов технологического процесса механообработки. Для обработки поверхностей определенного вида могут применяться различные методы. В связи с этим для поверхностей высокой точности количество вариантов маршрутов обработки поверхностей может быть достаточно большим. Возможные варианты маршрутов обработки поверхности можно представить в виде графа $G(S, \Phi)$ (рис. 2).

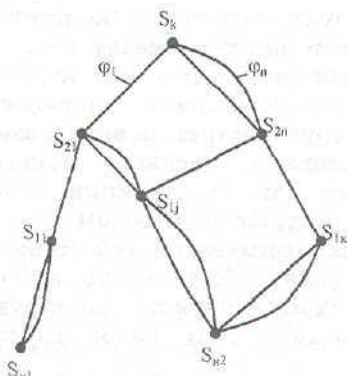


Рисунок 2 Граф возможных маршрутов обработки поверхности

Множество S - вершин графа характеризует состояние поверхности (межоперационные размеры, точность, шероховатость поверхности и др.), а множество дуг Φ - методы обработки, с помощью которых поверхность из состояния S_n переходит в состояние S_k . Любой путь на графе в области S_n в область S_k будет представлять собой один из вариантов маршрута обработки поверхности.

Если рассматривать элементарную поверхность изолированно, то наиболее рациональный вариант маршрута обработки поверхности будет представлять собой путь на графе из

S_{ij} в S_k , имеющий минимальную себестоимость.

5 Из данного графа исключаем те цепочки, которые не увязываются с технологическими возможностями, имеющегося на предприятии оборудования и оснастки.

Таблица 1 - Этапы технологического процесса

	Наименование этапов	Назначение и характеристика этапов
Э1	Термический I	Улучшение, старение
Э2	Получистовой I	Точность обработки 11-13 кв., шероховатость $Ra \geq 2,5$
Э3	Термический II	Цементация
Э4	Получистовой II	Съем припуска для предохранения от цементации
Э5	Термический III	Закалка, улучшение
Э6	Чистовой I	Точность обработки 6, 7 кв., шероховатость $Ra \geq 1,25$
Э7	Термический IV	Азотирование, старение
Э8	Чистовой II	Съем припуска для предохранения от азотирования
Э9	Чистовой III	Точность ≥ 5 кв., шероховатость $Ra \geq 0,16$
Э10	Гальванический	Хромирование, никелирование и др.
Э11	Доводочный	Получение поверхности шероховатостью $Ra \geq 0,04$

6 Выбираем структуру технологического маршрута механической обработки детали. Выбор ведем согласно рекомендациям [2]. Сущность подхода заключается в том, что формирование структуры маршрута осуществляем с чистовых этапов, заканчиваем черновыми и

готовительными. Такой порядок проектирования принимаем потому, что исходными данными задачи служит чертеж детали с окончательными размерами. Весь технологический процесс обработки детали в зависимости от характера и точности операций разделяется на 11 этапов, табл. 1.

В каждый этап включаются однородные по характеру и точности методы обработки различных поверхностей, выполняемые друг за другом.

7 Строится граф структуры детали на этапе механообработки путем разложения структуры технологического процесса механообработки на структуру детали (рис. 3).

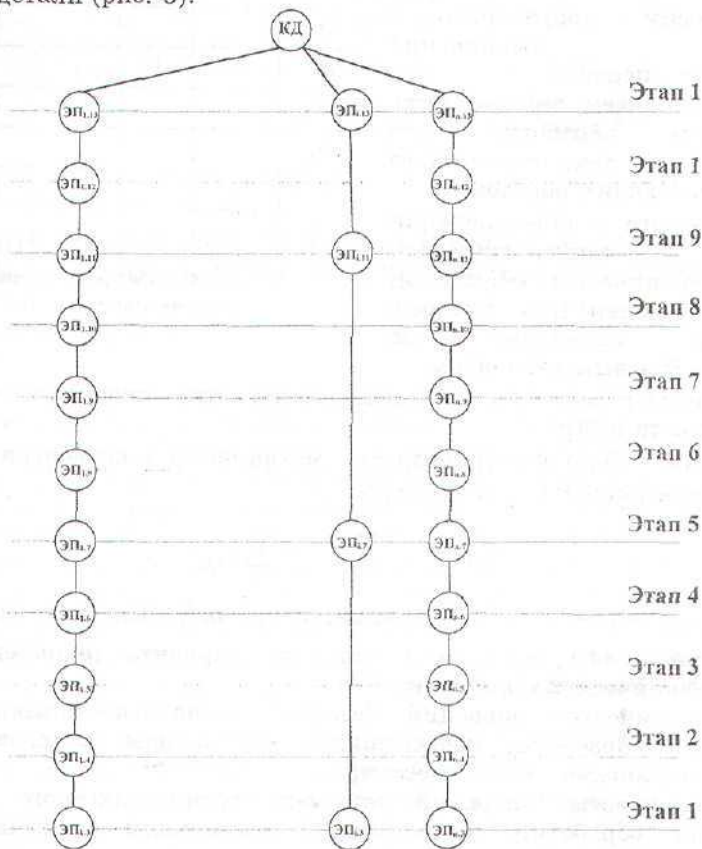


Рисунок 3 - Граф структуры конструкции детали на этапе механообработки

Каждый уровень графа соответствует определенному этапу технологического процесса механообработки. Таким образом, на каждом уровне графа будут находиться промежуточные состояния элементарных поверхностей, которые обрабатываются на данном этапе согласно табл. 1.

8 Строится матрица выполнения укрупненных операций, рис. 4. Строками матрицы будут этапы механической обработки, а столбцами – элементарные поверхности. Значение элемента матрицы равно 1, если данная элементарная поверхность обрабатывается на данном этапе. Данная матрица позволяет систематизировать информацию о состоянии конструкции детали на всех этапах проектирования технологии и при внесении корректив в конструкцию уменьшить трудоемкость проектирования технологии за счет того, что появляется возможность рассматривать только те этапы технологического процесса, на которых были произведены изменения.

9 Определяем себестоимость изделия на этапе механической обработки C_{Σ} укрупненными методами целостной оценки, приведенными в [3].

10 Находим суммарную себестоимость $C=C_3+C_M$ и присваиваем этому значению значение базового варианта $C_6=C$.

11 Выбираем из массива, определенного в п.1 данной методики, метод получения заготовки. Исключаем данный метод из массива.

12 Повторяем п.3 данной методики.

13 Вносим коррективы в матрицу выполнения укрупненных операций.

14 Рассчитываем себестоимость механической обработки для текущего технологического процесса следующим образом:

– производим анализ операций текущего технологического процесса механической обработки, выделяем те операции, которые подверглись изменению по сравнению с базовым вариантом;

– определяем себестоимость выполнения этих операций методами, рассмотренными в [3];

– находим себестоимость подэтапа механической обработки изделия по текущему варианту C'_M по формуле

$$C'_M = C_M - \sum_{i=1}^m C_{i,m} + \sum_{i=1}^k C'_{i,m},$$

где $C_{i,m}$ и $C'_{i,m}$ – себестоимость операции, в которой проведены изменения соответственно для базового и текущего варианта технологического процесса механической обработки;

m – количество операций базового технологического процесса механической обработки, подвергшихся изменениям по сравнению с текущим технологическим процессом;

k – количество операций текущего технологического процесса механической обработки, подвергшихся изменениям по сравнению с базовым вариантом.

15 Определяем суммарную себестоимость $C' = C'_M + C_3$ для текущего варианта структуры технологического процесса.

16 Сравнимаем C_6 и C' :

– если $C_6 > C'$, то присваиваем текущему значению значение базового варианта;

– если $C_6 < C'$, то текущий вариант исключаем из дальнейшего рассмотрения как нетехнологичный.

17 Повторяем данный процесс до тех пор, пока переберем все варианты, находящиеся в массиве, определенном в п.1 данной методики. Вариант, который останется как базовый, является технологичным для данных производственных условий.

Вывод. Данная методика обработки конструкции изделия на технологичность позволяет найти рациональную структуру технологического процесса механической обработки и конструкции детали по критерию минимальной технологической себестоимости. Все расчеты в данной методике возможно производить на ЭВМ.

	ЭП ₁	ЭП _i	ЭП _n
Э ₁	1		1		
Э ₂	1				1
Э ₃		1			
Э ₄					1
Э ₅	1		1		
Э ₆				1	1
Э ₇		1			
Э ₈				1	
Э ₉			1		1
Э ₁₀	1			1	
Э ₁₁			1		

Рисунок 4 - Матрица выполнения укрупненных операций

SUMMARY

The analysis of the approaches to designing rational technological processes in processing manufacture will be carried out. On results of this analysis a technique of improvement of a product on adaptability to manufacture is developed.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. З.А. Технологическое обеспечение САПР ТП и УП на корпусные детали.-С.-Пт.: СумДУ, г. С.-Петербург, 1993.-196с.
2. Автоматизированная система управления технологических процессов механосборочного производства/ В.М. Зарубин, Н.М.Капустин, В.В.Павлов, Г.П.Старовойтов, В.И.Пестков.-М.:Машиностроение, 1979.-247 с.
3. Баранов Л.В. Технолог и экономика.- М.: Машиностроение, 1983.- 152 с.

Поступила в редколлегию 2 декабря 1998 г.

621.757

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕННОГО ДОПУСКА НА ПАРАМЕТРИЧЕСКУЮ НАДЕЖНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СБОРКИ

В.В. Конопляченко, асп.

Одной из сложных задач моделирования интегрированных производственных систем является задача оптимизации, которая обычно сводится к выбору оптимальной структуры сборочного процесса. Критерием эффективности структур технологических систем является оптимизация совокупной длительности производственного цикла $T_{ц.с}$ по всем позициям производственного задания. Данный критерий дополняется другими возможными критериями: максимум загрузки оборудования, минимум связывания оборотных средств, минимум ожидания в очереди обработки партии деталей. При оптимизации структуры необходимо не только удовлетворять другим критериям, но и обеспечивать их необходимые и достаточные значения путем оперативного регулирования.

В реальных условиях производства и продолжительность одинаковых по природе повторяющихся операций отличается одна от другой. В результате изменяется затрачиваемый промежуток времени на выполнение производственного цикла. А поскольку все операции связаны друг с другом во времени, то каждое отклонение продолжительности операции, выходящее за установленный допуск, вносит погрешности, нарушающие нормальный ход технологического процесса (ТП).

Требуется, чтобы найденное при заданных ограничениях расписание выполнялось в календарных сроках запуска-выпуска деталей, принимая во внимание на этапе оперативного регулирования по критерию качества [1]:

$$T_{ц.с}^{\phi} - T_{ц.с}^p = T_{a.с.ф} \longrightarrow \min, \quad (1)$$

где $T_{ц.с}^{\phi}$ и $T_{ц.с}^p$ - фактическая и расчетная совокупная длительность производственного цикла для f -го планового периода; $T_{a.с.ф}$ - временное отклонение плана графика в допустимой области значений $T_{ц.с}^{\phi}$.

В этих условиях остро встает вопрос о внедрении в производство графиков, связанных с оптимизацией временных технологических цепей.

В выполнении ТП участвует большое количество факторов. В силу различных причин все эти факторы непрерывно изменяются, в результате чего изменяются и все показатели конечного результата ТП - в данном случае