

Станок позволяет производить глубинное шлифование на современных режимах резания.[1]

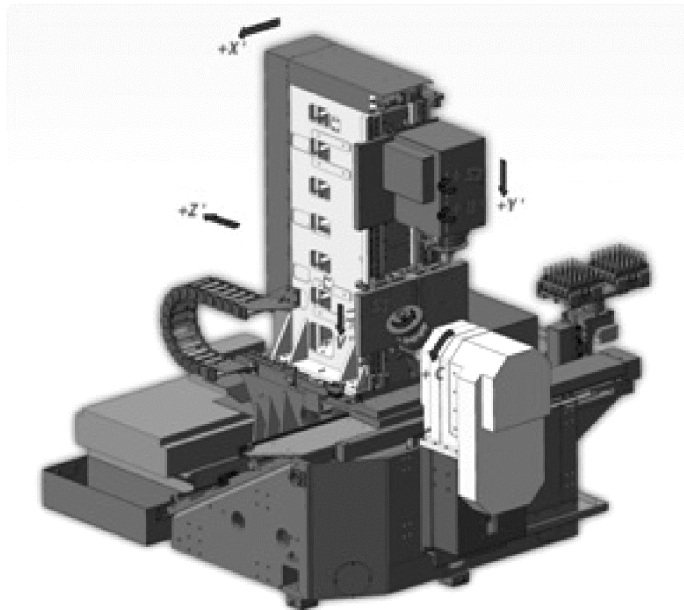


Рисунок 3 – Компонировочная схема многокоординатного шлифовально-заточного станка с ЧПУ модели С-300

В рамках выполняемых работ предполагается решение научно-технических задач, имеющих важное значение для машиностроительного производства, заключающихся в исследовании процессов формообразования рабочих поверхностей цельного концевой инструмента за счет использования шлифовальных кругов стандартного профиля, а также разработки алгоритмов и программных средств для реализации расчетов и геометрического моделирования. Созданные алгоритмы и программные средства могут быть использованы в нескольких распространенных САПР, такими как T-FLEX и AutoCAD.

Литература

1. Боровский Г.В., Григорьев С.Н., Негинский Е.А., Власенков А.В., Пылькин А.Ф.. Многокоординатный шлифовально-заточной станок с ЧПУ для оптимизации технологических процессов и производства широкой номенклатуры металлорежущего инструмента из наноструктурных твердых сплавов. // Статья ИТО -2007 с. 36-38.
2. Боровский Г.В. Инструментальное производство в России. М.: ВНИИИнструмент. – 2008. с. 16-20.
3. Чемборисов Н.А., Фасхутдинов А.И. Формообразование винтовых канавок концевой инструмента. // СТИН. 2009. № 3, с. 13-15.

Значение симплициальных множеств в управлении качеством технических изделий

к.т.н. доц. Мартишкин В.В., к.т.н. проф. Фазлулин Э.М.
Университет машиностроения
(495) 674-20-49

Аннотация. В работе показаны возможности симплициальных множеств топологических пространств в управлении качеством технических изделий. Одновременно описаны вопросы определения базовых изделий необходимых при оценке уровня качества оцениваемых технических изделий. Показано также, что в качестве обобщенного показателя при определении качества базового изделия на основе симплициальных множеств возможно использование вновь введенного симбола m – среднее геометрическое параметров симплекса.

Ключевые слова: симплициальные множества, контроль качества ТИ, ква-

Введение

В технических приложениях симплексный метод относят к одному из методов оптимизации. В нашем случае оптимизация технических изделий (ТИ) – это повышение их качества.

Уровень качества вновь созданного изделия определяют в сравнении с базовым (наилучшим) техническим изделием такого же типа. Последовательное улучшение качества оцениваемого ТИ имеет целью доведение качества оцениваемого ТИ до уровня базового. При отсутствии базовых изделий, адекватных оцениваемому ТИ, их создают искусственно (синтезируют) с помощью различных вычислительных методов. В представленном материале описан метод определения базовых изделий на основе симплицальных множеств. При наличии базового изделия мы получаем возможность сравнить качества оцениваемого и базового изделий, вычислить разницу в показателях и принять соответствующие решения, направленные на улучшение качества оцениваемого ТИ. Целью данной работы является исследование возможностей симплицальных множеств в управлении качеством технических изделий.

Необходимые теоретические сведения

Решение основной задачи линейного программирования (оптимизация технических параметров, решений и пр.) геометрическими методами применимо для случая до трех переменных. В случае большего числа переменных геометрическое решение задачи невозможно, поэтому для решения основной задачи линейного программирования используют аналитические методы, основным из которых является симплекс-метод.

В нашем случае объектом оптимизации является одна переменная – целевая функция достижения наивысшего качества технического изделия, описываемая выражением:

$$Q_{\text{оц.}} \rightarrow Q_{\text{баз.}} = 1, 0.$$

В соответствии с ним качество оцениваемого технического изделия должно стремиться к наилучшему качеству – качеству базового изделия равного 1,0. Поэтому в качестве инструмента оптимизации параметров качества оцениваемых технических изделий применим объекты топологических пространств – симплицальные многогранники и полиэдры.

С точки зрения евклидова пространства (R^n) симплекс – n -мерный многогранник, являющийся выпуклой оболочкой $n+1$ точек (вершин симплекса), которые не лежат в $(n-1)$ -мерной плоскости. При $n=0, 1, 2, 3$ симплекс представляет собой точку, отрезок линии, треугольник, тетраэдр. Указанные симплексы расположены в соответствующих пространствах: нульмерном, одномерном, двумерном или трехмерном. Начиная с симплекса тетраэдр, выпуклая оболочка линейно независимого подмножества евклидова пространства называется евклидовым симплексом [1].

С точки зрения топологического пространства, в любом топологическом пространстве X имеются симплицальные множества (сингулярные симплексы), т.е. непрерывные отображения $\sigma: \Delta^n \rightarrow X$, где Δ^n – n - мерный геометрический стандартный симплекс. Геометрический n - мерный стандартный симплекс описан выражением [2]:

$$\Delta^n = \left\{ (t_0, \dots, t_n) \mid 0 \leq t_i \leq 1, \sum_{i=1}^n t_i = 1 \right\} \subset R^{n+1}. \quad (1)$$

Эта формула означает следующее: n – мерный геометрический стандартный симплекс представляет собой подмножество точек t_i евклидова пространства размерностью $n+1$, геометрическая сумма точек t_i равна 1, размерность точек t_i 0...1,0.

Симплициальный образ технического изделия

С нашей точки зрения симплицальный образ технического изделия можно представить прямоугольной призмой, показанной на рисунке 1.

Если изделие состоит из одной сборочной единицы, то $\beta_0 - \beta_1$ – шкала весомостей деталей, $Q_{\text{изд.}(1-2,1-3)}$ – качество сборочной единицы, $\bar{k}_1, \dots, \bar{k}_n$ – качества деталей, входящих в эту сборочную единицу.

Если изделие состоит из нескольких сборочных единиц, то $\bar{k}_1, \dots, \bar{k}_n$ обозначают качества сборочных единиц, входящих в это изделие, то $\beta_0 - \beta_1$ – шкала весомостей сборочных единиц,

остальные понятия и принципы такие же, как и в случае одной сборочной единицы.

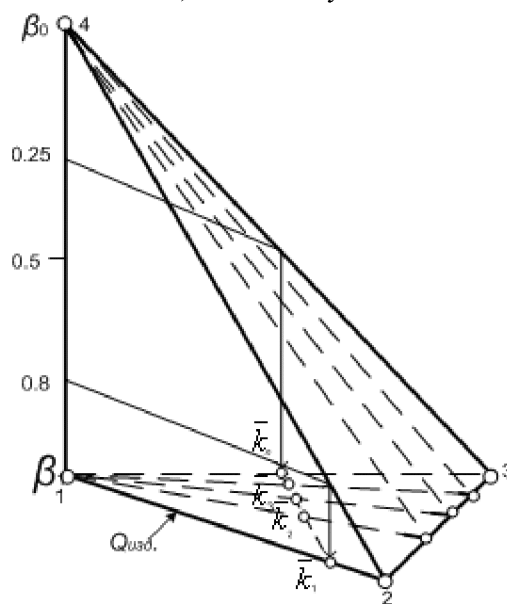


Рисунок 1 – Геометрический образ изделия, представляющего собой одну или несколько сборочных единиц

Симплициальный образ изделия по рисунку 1 представляет собой исходный симплекс. Этот симплекс является начальным пунктом алгоритма поиска базового симплекса, описывающего базовое техническое изделие. Параметры исходного симплекса: мерность $n=4$, символ – тетраэдр, геометрическая фигура – прямоугольная пирамида, нульмерных вершин $N_v=4$, одномерных ребер $N_p=6$, двумерных граней (плоскостей) $N_{ep}=4$, $m=4.57$ – среднее геометрическое параметров симплекса:

$$m = \sqrt[3]{N_B \times N_P \times N_{ep}} = 4.57. \quad (2)$$

После каждой итерации (переход к симплексу следующего более высокого уровня) получают многогранники, имеющие каждый раз количество вершин больше на единицу. Итерации симплексов описывают логический процесс совершенствования технических изделий. Принцип улучшения качества ТИ на основе итераций симплексов состоит в повышении мерности и типа симплекса в сторону увеличения. Качество оцениваемых ТИ при совершенствовании конструкции стремится к качеству базового изделия, так как качество базовых ТИ всегда выше качества оцениваемых. Усложнение симплексов (повышение качества ТИ) нужно вести до тех пор, пока качество оцениваемого ТИ не достигнет качества базового образца. Таким образом, поиск базового симплекса, олицетворяющего качество базового ТИ и описанного формулой n -мерного геометрического стандартного симплекса, состоит в переборе вершин выпуклой области n -мерного пространства исходного симплекса до точки, в которой целевая функция достигает максимума, т.е. $\sum_{i=0}^n t = 1$.

На рисунке 2 представлен процесс образования симплексов последовательных мерностей. Пунктирными линиями обозначены качества деталей или сборочных единиц, которые с каждой итерацией увеличивают свои значения.

Повышение качества каждого последующего изделия определяется тем, что исходный симплекс (расположенный в трехмерном пространстве) итерируется в симплекс, расположенный в пространстве, который является базовым, т.е. R^{n+i} , где $n+i$ – мерность конечного (базового) симплекса.

В результате ранее проведенных исследовательских работ [3] было получено, что качество ТИ тесно связано с символьной группой $\{p, q, m\}$, где $\{p, q\}$ – символ Шлефли (количество p – угольных граней, q – граничных углов), m – среднее геометрическое параметров сим-

плекса:

$$m = \sqrt[3]{N_B \times N_P \times N_{\text{гр}}} \quad (3)$$

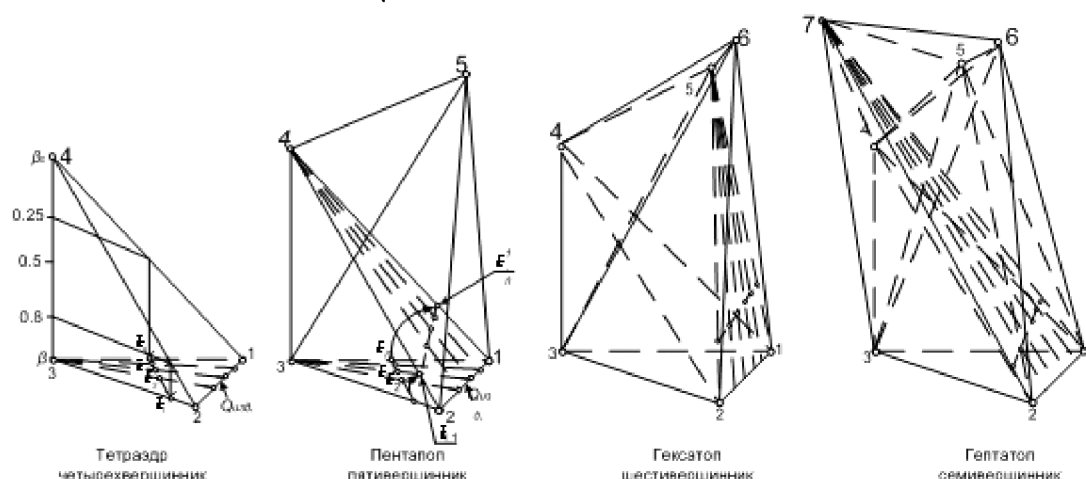


Рисунок 2 – Итерации симплексов, сопровождающиеся повышением мерности (качества) технических изделий

Символы Шлефли учтены в символе m , поэтому в дальнейшем мы оперируем только этим символом.

В таблице 1 представлены характеристики симплексов, следующих за исходным (тетраэдром). Эти симплексы необходимы для поиска базового симплекса.

Таблица 1

**Параметры симплексов
(количество вершин, ребер, граней и их m - среднее геометрическое)**

Символ	Симплекс	Составляющие симплексов, количество			Среднее геометрическое составляющих симплексов $m = \sqrt[3]{N_B \times N_P \times N_{\text{гр}}}$
		вершины	ребра	грани	
		N_B	N_P	$N_{\text{гр}}$	
Тетраэдр	Четырехвершинник	4	6	4	4.57
Пентагон	Пятивершинник	5	10	10	7.93
Гексагон	Шестивершинник	6	15	20	12.16
Гептагон	Семивершинник	7	21	35	17.26
Октагон	Восьмивершинник	8	28	56	23.33
Нонагон	Девятивершинник	9	36	84	30.07
Декагон	Десятивершинник	10	45	120	37.79
Эндекагон	Одиннадцативершинник	11	55	165	46.38
Дедэкагон	Двенадцативершинник	12	66	220	55.85

Базовый симплекс находят путем итераций исходного симплекса до тех пор, пока не будет найден симплекс с качеством, близким 1.0, т.е. будет выполнено условие $\sum_{i=0}^n t_i = 1$. Качество базового изделия находят по формуле:

$$Q_{\text{баз.}} = Q_{\text{оц}} \frac{m_{\text{баз.}}}{m_{\text{оц}}}, \quad (4)$$

где: $m_{\text{баз.}}$ и $m_{\text{оц}}$ – средние геометрические параметров базового и оцениваемого симплексов соответственно.

Симплексы, у которых $Q_{\text{баз.}} > 1.0$ в расчеты не принимаются, так как квалиметрическое качество технических изделий не может быть больше 1.0. В таблице 2 показан принцип по-

иска базового симплекса для оцениваемого технического изделия «Ролик», качество которого $Q_{оц}=0.43$.

Таблица 2

Поиск (итерации) базового симплекса для оцениваемого изделия «Ролик»

Исходное состояние: Тетраэдр, Четырехвершинник, $m = 4.57$, $Q_{оц} = 0.43$			
Символ	Симплекс	$m = \sqrt[3]{N_B \times N_P \times N_{CP}}$	$Q_{баз.} = Q_{оц} \frac{m_{баз.}}{m_{оц}}$
Пентатоп	Пятивершинник	$m = 7.93$	$Q_{баз.} = 0.43 \frac{7.93}{4.57} = 0.746$
Гексатоп	Шестивершинник	$m = 12.16$	$Q_{баз.} = 0.43 \frac{12.16}{4.57} = 1.14$

Базовым симплексом (базовым изделием) для изделия «Ролик» является симплекс Пентатоп (пятивершинник) с качеством $Q_{баз.}=0.746$, симплекс Гексатоп (шестивершинник) с качеством $Q_{баз.} = 1.14$ ($Q_{баз.}>1.0$), не может являться базовым симплексом.

Выводы

1. Каждое техническое изделие совершенствуется поэтапно, постепенно приближаясь по качеству к базовому, равному $Q_{баз.}\approx 1.0$.
2. При наличии базового значения качества мы получаем возможность сравнения качеств оцениваемого и базового изделий с целью принятия управляющих решений, касающихся улучшения качества оцениваемого ТИ.
3. Зная уровень качества базового изделия, конструктор может оценить, насколько близка разработанная конструкция к оптимальной, имеет ли смысл дальнейшая работа над повышением ее качества.

Литература

1. Спеньер Э. Алгебраическая топология. Пер. с английского. Изд. «Физматлит», М., 1971г..
2. Ашманов С.А. Линейное программирование. М. 1998.
3. Мартишкин В.В., Фазлулина М.Э. Контроль качества на основе использования квалиметрических образов технических изделий. Известия МГТУ МАМИ. М., Научный рецензируемый журнал № 1(11), 2011, с. 169-174.

Оценка влияния погрешностей станка с ЧПУ на точность обработки поверхностей корпуса режущего инструмента под сменные неперетачиваемые пластины (СНП)

Надольский М.А.

ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ», Университет машиностроения
manx16@yandex.ru, (916) 155-59-48

Аннотация. В статье рассматривается влияние погрешностей станка с ЧПУ на точность фрезерной обработки поверхностей небольших линейных размеров на примере обработки гнезд под СНП корпуса режущего инструмента.

Ключевые слова: обработка поверхностей корпуса режущего инструмента, точность, влияние погрешностей станка с ЧПУ

Технологическая подготовка и обработка деталей на станках с ЧПУ имеет ряд специфических особенностей и существенно отличается от обработки на обычных универсальных станках. Точность станков с ЧПУ в отличие от ручных обуславливается точностью их механической части, т.е. собственно станка, и точностью системы управления. Основную роль в формировании точности технологического процесса играет станок с ЧПУ.

Изготовление детали на станке с ЧПУ представляется как процесс переноса информации, содержащейся в чертеже и техдокументации, на деталь [1]. При этом информация мно-