

А. И. ГОЛЕМБИЕВСКИЙ, Э. Д. СИМАНОВСКИЕ

МЕТОДИКА СТРУКТУРНОГО АНАЛИЗА И КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОВ РОТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ * >

К настоящему времени в технологии ротационной обработки поверхностным пластическим деформированием уже создано значительное количество различных методов, которые могут использоваться для решения одной и той же технологической задачи.

Для создания системы, определяющей сущность и место каждого метода в общем комплексе известных и возможных новых схем обработки и путей их реализации, необходимы общий подход и методика структурного анализа и классификации этих методов на основе наиболее существенных признаков.

Существующие классификации [1, 2] ограничиваются далеко не полным простым перечислением схем обработки без их структурного анализа.

В данной работе предпринята попытка создания методики структурного анализа и классификации различных методов ротационной обработки. В основу предлагаемой методики положена количественная оценка сложности реализации этих методов.

Для реализации любой схемы обработки оборудованию (например, станку) необходима определенная механика, т. е. совокупность устройств и механизмов для базирования заготовки и сообщения ей и инструменту надлежащих абсолютных движений.

Заготовка в процессе обработки ориентируется относительно инструмента, для чего используются различные установочные приспособления, материализующие основные базы детали. Абстрагируясь от конкретных конструкций этих приспособлений и их элементов, будем понимать под механикой технологической структуры станка множество всех установочных элементов, обеспечивающих определенность базирования заготовки при ее обработке.

$$M_T = \bigcup_{i=1}^n T_i, \quad (1)$$

где M_T — механика технологической структуры станка; T_i — технологический комплекс, обеспечивающий определенность базирования заготовки.

Механизмы, сообщающие заданные абсолютные движения заготовке и инструменту, составляют механику кинематической структуры станка. Эти устройства делятся на два класса [3]. Первый класс составляют различного рода направляющие устройства, обеспечивающие заданный вид траектории движения инструмента и заготовки. Их совокупность будем

* Работа выполнена под руководством академика АН БССР Е. Г. Коновалова.

называть направляющей линией, или направляющим комплексом (Н). Ко второму классу относятся различные механизмы, передающие энергию заготовке и инструменту для сообщения последним движения. Совокупность этих механизмов будем называть энергетическим комплексом (Э). Следовательно, кинематическую структуру станка можно рассматривать как вполне определенное множество направляющих и энергетических комплексов.

Составляющие его подмножества суть механика отдельного движения инструмента или заготовки, задаваемого схемой обработки

$$M_K = \bigcup_{i=1}^n M_i, \quad (2)$$

где M_K — механика кинематической структуры станка; M_i — механика отдельного движения инструмента или заготовки.

В свою очередь кинематическая структура каждого отдельного движения является совокупностью направляющего и энергетического комплексов

$$M_i = H_i U \mathcal{E}_i. \quad (3)$$

Следовательно, полную механику устройства или станка, реализующего определенную схему обработки, можно рассматривать как совокупность технологической и кинематической механик

$$M_c = M_T U M_K. \quad (4)$$

Для сравнения сложности различных методов обработки поверхностей одного вида предлагается критерий сложности станка, реализующего данную схему обработки:

$$S_c = S_T + S_K, \quad (5)$$

где S_c — критерий сложности станка; S_T — критерий сложности технологической механики станка; S_K — критерий сложности кинематической структуры станка.

Критерий сложности технологической механики определяется как общее количество отдельных базирующих элементов множества M_T

$$S_T = Q_T, \quad (6)$$

где Q_T — количество отдельных базирующих комплексов.

Аналогично критерий сложности кинематической структуры определяется как общее количество элементов множества M_K

$$S_K = Q_H + Q_E, \quad (7)$$

где Q_H — количество направляющих комплексов; Q_E — количество энергетических комплексов.

Следовательно, учитывая (6) и (7), можно записать для критерия сложности станка, реализующего метод обработки:

$$S_c = Q_T + Q_H + Q_E. \quad (8)$$

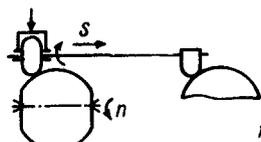
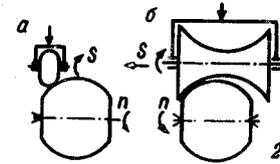
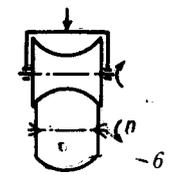
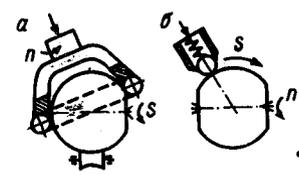
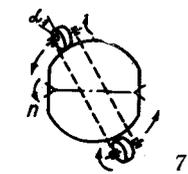
Очевидно, минимальный критерий S_c характеризует собой наименьшее общее количество необходимых технологических и кинематических комплексов и, следовательно, наиболее простой метод обработки.

Оценивая различные методы обработки критерием S_c , можно наметить пути уменьшения сложности реализации этих методов. Из выраж-

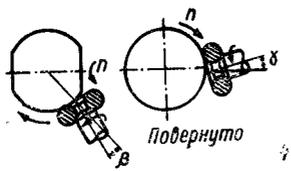
Классификация методов ротационного обкатывания наружных сферических поверхностей

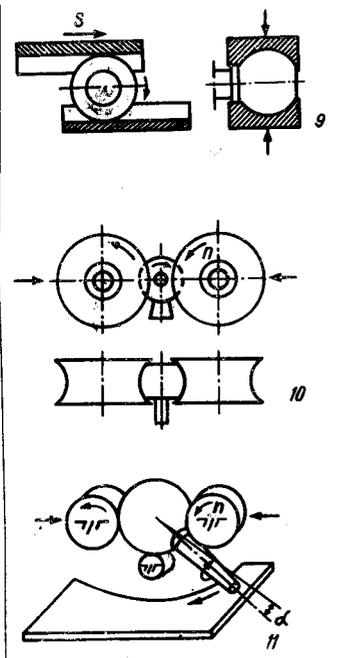
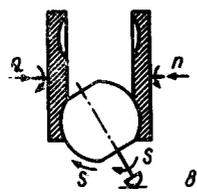
Методы обкатывания по схеме с раздельным приводом					Методы обкатывания по схеме с упрощенной механикой						
Принципиальная схема	Направляющие комплексы Q_H	Энергетические комплексы $Q_Э$	Критерии сложности			Принципиальная схема	Направляющие комплексы Q_H	Энергетические комплексы $Q_Э$	Критерии сложности		
			S_T	S_K	S_C				S_T	S_K	S_C

Центровые методы ротационного обкатывания

	2	2	3	2	5		1	1	2	1	3
	a) 2 б) 2	2 2	2 2	2 2	4 4		1	1	2	1	3
	a) 2 б) 2	2 2	2 2	2 2	4 4		1	1	2	1	3

Бесцентровые методы ротационного обкатывания





ния (4) видно, что эту задачу можно решить следующими двумя путями: совмещением технологических комплексов с одним из кинематических; уменьшением сложности технологической и кинематической механики станка.

Сложность технологической механики уменьшается изъятием некоторых технологических комплексов (1) и переноса их функций в зону контакта заготовки и инструмента.

Сложность кинематической структуры уменьшается за счет сокращения количества отдельных движений (2), что возможно путем совмещения нескольких движений в одно. При этом сливаются воедино направляющие и энергетические комплексы совмещаемых движений, и, следовательно, общее количество направляющих и энергетических комплексов уменьшится.

Другой путь уменьшения заключается в изъятии некоторых направляющих и энергетических комплексов. При этом изъятые направляющие комплексы переносятся либо на заготовку, либо на инструмент. Изъятие энергетических комплексов осуществляется путем создания такого взаимодействия сил деформирования в зоне контакта заготовки и инструмента, при котором некоторые движения совершаются без каких-либо механизмов подачи, обкатки и т. п.

Критерии сложности S_c , S_T и S_K носят общий характер, так как не конкретизируют конструктивную сложность отдельных устройств и механизмов по элементам. Поэтому оценка сложности реализации схем обработки с помощью этих критериев может быть положена в основу структурного анализа и классификации различных методов обработки деталей машин.

Данная методика применена нами к анализу и классификации существующих методов ротационного обкатывания наружных сферических поверхностей.

Все методы разделены по сложности технологической механики на два класса — центровые и бесцентровые. В свою очередь каждый класс включает в себя два подкласса, отличающиеся друг от друга по сложности кинематической механики. Первый подкласс — методы обкатывания по схеме с раздельным приводом, а второй — методы обкатывания по схеме с упрощенной механикой (таблица).

Для примера рассмотрим схемы 26 [4] и 9.

Первая схема представляет собой способ обкатывания сферы роликом, радиус которого больше радиуса сферы. Обработка осуществляется при поступательной подаче инструмента. Деталь получает вращение от отдельного устройства. Это устройство представляет собой совмещенные направляющий и энергетический комплексы. Механизм подачи ролика — также совмещенные направляющий и энергетический комплексы. Энергетический комплекс вращения ролика изъят, а его функции перенесены в зону деформирования. Таким образом, $Q_H=2$; $Q_3=2$, и в силу совмещения этих комплексов $S_K = 2$. Схема центровая, поэтому $S_T = 2$. Тогда общий критерий сложности $S_C=4$.

Вторая схема представляет собой способ обкатывания между двумя плашками. Обработка осуществляется при продольной подаче плашек. Механизм подачи плашек представляет собой совмещенные направляющий и энергетический комплексы. Направляющий комплекс вращения заготовки перенесен на рабочую поверхность инструмента. Энергетический комплекс вращения заготовки изъят, а его функции переданы зоне деформирования. Таким образом, $Q_H=1$, $Q_3=1$, и, вследствие совмещения этих комплексов, $S_K=1$. Технологический комплекс изъят, так как базирование заготовки осуществляется без каких-либо установочных

элементов. Следовательно, $S_T=0$. Общий критерий сложности будет $S_C=1$.

Аналогично рассмотрены все схемы ротационного обкатывания сферических поверхностей и для каждой из них указано количество направляющих Q , и энергетических Q_e комплексов, а также критерий сложности по элементам S_T ; S_K ; S_C -

Структурный анализ рассмотренных методов ротационного обкатывания показывает, что наиболее просты в реализации методы бесцентрового обкатывания по схемам с упрощенной механикой.

Таким образом, предложенная методика структурного анализа и классификации методов ротационной обработки позволяет количественно оценивать сложность различных методов и находить для конкретных технологических условий оптимальный вариант их реализации.

Литература

1. Шнейдер Ю. Г. Станки и инструмент, № 1, 1961.
2. Проскуряков Ю. Г. Сб. «Размерно-чистовая и упрочняющая обработка деталей давлением». М., 1963.
3. Коновалов Е. Г., Симановский Э. Д., Фломенбит А. И. ДАН БССР, 11, № 8, 1967.
4. Браславский В. М., Бараз А. А. Авт. свид. № 229244, кл. 67а, 12. Бюлл. изобр., № 32, 1969.
5. Родионов Г. Д., Калинин Л. А. и др. Авт. свид. № 179648, кл. 67а, 12. Бюлл. изобр., № 5, 1966.
6. Коновалов Е. Г., Яцевич Н. Н. Авт. свид. № 167152, кл. 67а, 10. Бюлл. изобр., № 2, 1964.
7. Коновалов Е. Г., Фломенбит А. И. Авт. свид. № 222184, кл. 67а, 10. Бюлл. изобр., № 22, 1968.

*Калининградский технический институт
рыбной промышленности и хозяйства*

*Поступило в редакцию
26.IX 1970*