

Рис. 1. Структура средств обеспечения надежности инструмента

что различия между этими понятиями могут быть не столь существенными по сравнению с различиями между понятиями надежности по условиям функционирования, они могут использоваться как в исследовательской практике, так и в условиях производства при оценке надежности режущего инструмента.

Рассмотрим структуру понятия надежности режущего инструмента с учетом принятых положений и попытаемся выделить пути, способы и средства ее обеспечения на различных этапах производственного процесса. Эта структура может быть в первом приближении представлена схемой (рис. 1).

Заданные инструменту функции, которые он должен выполнять в технологической системе обработки с сохранением во времени определенных значений показателей этих функций (производительности, параметров шероховатости обработанной поверхности, точности обработки, стойкости инструмента и т. д.), представлены на схеме множеством $N\{n_1, \dots, n_k\}$, где n_1, \dots, n_k — перечисленные выше показатели функций. Надежность инструмента при выполнении им этих функций в данных условиях работы обеспечивается различными средствами.

Средства, закладывающие уровень надежности инструмента при проектировании, представляют собой множество $A\{a_1, \dots, a_m\}$, в которое входят: a_1 — количество составных элементов инструмента; a_2 — количество взаимосвязей отдельных элементов инструмента; a_3 — унификация и стандартизация составных элементов и всего инструмента; a_4 — агрегатирование сборного инструмента; a_5 — резервирование лезвий и всего инструмента; a_6 — автоматизация проектирования отдельных элементов и всего инструмента.

Изменяя эти средства, можно уже при проектировании инструмента создавать условия, обеспечивающие более высокую его надежность. Однако фактическая (технологическая) надежность инструмента зависит также от множества других обстоятельств: условий изготовления, состояния используемого оборудования, соблюдения технологической дисциплины и т. д.

При изготовлении инструмента реализованные в конструкции положительные средства обеспечения надежности могут быть в той или иной мере утрачены. Возможно непосредственное проявление собственно технологических последствий, отрицательно влияющих на надежность. Средства обеспечения надежности инструмента при его изготовлении описываются множеством $B\{b_1, \dots, b_p\}$, в котором: b_1 — качество инструментального материала; b_2 — оптимизация технологического процесса изготовления инструмента; b_3 — автоматизация технологического процесса; b_4 — надежность технологической системы при изготовлении инструмента; b_5 — контроль параметров инструмента при его изготовлении.

Применение инструментального материала требуемого качества, оптимального максимально автоматизированного технологического процесса изготовления инструмента, качественных методов и средств контроля его параметров в ходе технологического процесса — все это обеспечивает приближение фактически достигнутой при изготовлении потенциальной надежности инструмента к ее запроектированному уровню.

Наконец, уровень потенциальной надежности режущего инструмента при его работе в условиях технологической системы может быть поддержан за счет определенных средств его эксплуатации. К ним относится множество $C\{c_1, \dots, c_q\}$, в которое могут входить: c_1 — резервирование инструмента; c_2 — автоматизация замены инструмента; c_3 — централизация заточки; c_4 — рационализация системы складирования и транспортирования инструмента; c_5 — надежность технологической системы при эксплуатации инструмента.

Выделенные три группы средств обеспечения надежности инструмента на первый взгляд представляются не зависимыми друг от друга. Однако при более детальном их рассмотрении оказывается, что между отдельными средствами в разных группах имеют место некоторые взаимосвязи и взаимовлияния. Так, проектирование инструмента (группа A) ведется с учетом особенностей его будущей эксплуатации (группа C), выбор технологического процесса изготовления инструмента (группа B) в какой-то степени связан с числом и формой элементов конструкции, характером их взаимодействия (группа A), а степень решения вопросов унификации и стандартизации (группа A) может существенно повлиять на многие показатели технологического и производственного процесса (группа B), а также на средства группы C , например на автоматизацию замены инструмента, организацию централизованной заточки и т. д.

Отсюда следует, что проектирование является исключительно важным этапом создания инструмента, определяющим не только его конструктивные и геометрические параметры, но и производственно-технологические характеристики изготовления и эксплуатации. Средства обеспечения надежности инструмента при проектировании имеют неиспользованные резервы и возможности. Поэтому на оптимизацию конструирования, являющегося важнейшим средством повышения уровня надежности инструмента, и следует направить наибольшее усилие.

Параметр того или иного конструктивного элемента, который оказывает существенное влияние на механические, тепловые и другие явления, протекающие в инструменте в процессе резания и обуславливающие его надежность, назовем определяющим. Таких параметров инструмента может быть множество, они взаимодействуют друг с другом, их значения могут изменяться во вре-

Т а б л и ц а 1

Номер по порядку	Определяющие параметры	Наличие в конструкции	
		напайной	сборной
1	Размеры пластины и промежуточного элемента	+	+
2	Контурная площадь зоны контакта пластины и промежуточного элемента	+	+
3	Плоскостность контактных поверхностей	+	+
4	Шероховатость контактных поверхностей	+	+
5	Физическая чистота и смачиваемость припоем контактных поверхностей	+	-
6	Химический состав припоя	+	-
7	Жидкотекучесть припоя	+	-
8	Температурный режим пайки	+	-
9	Положение инструмента при нагреве и охлаждении	+	-
10	Напряжения от пайки	+	-
11	Величина зазора между пластиной и подкладкой	-	+
12	Жесткость и прочность штифта	-	+
13	Геометрическая точность зажимного элемента	-	+
14	Сила зажима	-	+

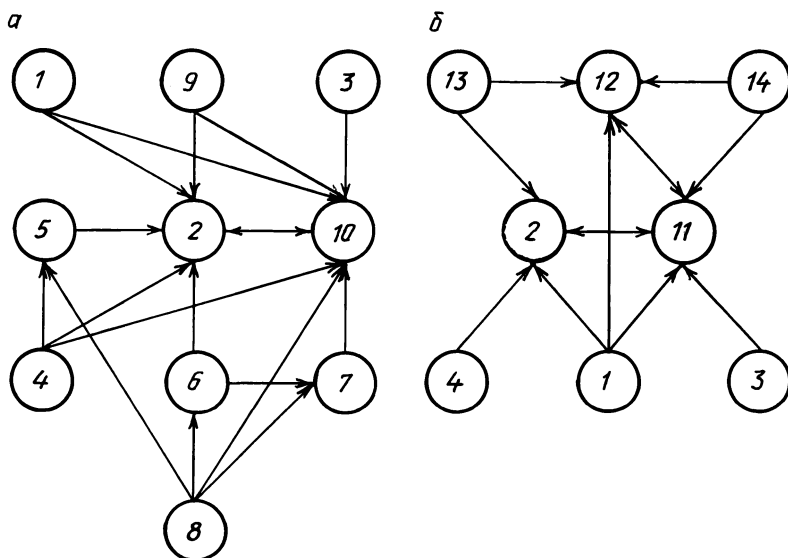


Рис. 2. Граф-схемы взаимовлияния определяющих параметров инструмента: а – с напайной пластиной; б – сборного

мени и в пространстве в широких пределах. Все это определяет сложность конструкции инструмента и степень его надежности. Составляя таблицу определяющих параметров нескольких сравниваемых конструкций инструмента, а также устанавливая характер взаимовлияния параметров и возможный диапазон изменения их значений, можно произвести качественную оценку сравниваемых конструкций инструмента и выбрать более надежную из них по следующим трем важнейшим направлениям: 1) уменьшение числа определяющих параметров; 2) снижение взаимовлияния этих параметров; 3) уменьшение интервала варьирования значений определяющих параметров.

Приведем в качестве примера качественный анализ надежности напайной и сборной (с неперетачиваемыми пластинами) конструкций токарного резца. Перечень определяющих параметров сравниваемых конструкций с отметкой об их наличии или отсутствии представлен в табл. 1.

Как видно из табл. 1 и рис. 2, сборный резец отличается от напайного меньшим числом определяющих параметров, более простой их взаимосвязью и меньшими интервалами колебаний их значений. Сборные конструкции резцов по сравнению с напайными обладают большей потенциальной надежностью.

УДК 621.833.1.002:621.914

М.М.КАНЕ, канд.техн.наук (БПИ)

НОВЫЙ СПОСОБ ФРЕЗЕРОВАНИЯ ЗУБЬЕВ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС

Автором совместно с Ю.П.Черничкиным и Г.Н.Самаровым предложен новый способ фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес, который может быть реализован с помощью червячной или дисковой модульной фрезы. Его отличие от известных способов фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес [1] ... [3] с использованием указанных инструментов заключается в том, что движение подачи заготовки или инструмента параллельно оси нарезаемого колеса производится импульсами с постоянными частотой и амплитудой, согласованными с частотой вращения и положением фрезы. При этом число импульсов подачи в минуту рассчитывается по формуле

$$n_{\text{имп}} = \frac{n_0 z_0}{K},$$

где n_0 — частота вращения фрезы, мин^{-1} ; z_0 — число реек червячной или зубьев дисковой модульной фрезы; K — целое число, не кратное z_0 .

Импульсное движение подачи фрезы 1 или заготовки 2 (рис. 1) происходит в момент пересоприжения зубьев фрезы в ее поперечном сечении с заготовкой, т. е. в момент, когда зуб 3 фрезы закончил либо скоро закончит резание, а последующий зуб 4 еще не вступил в контакт с заготовкой. Следовательно, движение импульсной подачи S заготовки или фрезы происходит на участке $b - c$ или $b' - c$ (на рисунке не показан) пути зуба 4 фрезы. Сплошной

линией на рисунке показано угловое положение фрезы, когда зуб Z закончил резание и действующая на него сила резания упала до нуля, а пунктирной — положение фрезы, при котором действующая на зуб Z сила резания снизилась до максимально допустимой с точки зрения необходимого увеличения периода стойкости фрезы при использовании данного способа. Значение этой силы резания определяется экспериментальным путем.

Применение данного способа фрезерования позволяет увеличить период стойкости режущего инструмента по сравнению с известными способами зубофрезерования червячной или дисковой модульной фрезой, а при сохранении периода стойкости инструмента на прежнем уровне — ужесточить режимы обработки и повысить производительность труда на операции зубофрезерования. Увеличение периода стойкости инструмента при использовании предложенного способа обеспечивается улучшением условий его работы, что обусловлено следующими особенностями реализации.

1. Поскольку импульсы движения подачи заготовки или фрезы производятся после поворота фрезы на K реек (зубьев), не кратное общему числу реек (зубьев) фрезы, то повышается равномерность действия сил резания на зубья фрезы. При этом каждый зуб фрезы снимает стружку максимальной толщины значительно реже, чем при непрерывном движении подачи заготовки или фрезы в период резания, и тепловой режим работы зубьев фрезы улучшается.

2. Так как процесс резания происходит в основном при отсутствии относительного осевого перемещения заготовки и фрезы, то исключается дополнительное давление заготовки на зубья фрезы, переменное по контуру зуба, т.е. снижается общая нагрузка на зубья фрезы и повышается равномерность этой нагрузки в процессе зубонарезания. Неравномерность нагрузки в различных точках задней поверхности зуба фрезы при непрерывно перемещающейся относительно него заготовке связана с изменением в этих точках угла между направлением силы давления заготовки и касательной к задней поверхности зуба в точке приложения этой силы. Изменение направления касательной к задней поверхности зуба фрезы в разных точках этой поверхности связано с криволинейной формой последней.

3. Поскольку движение подачи происходит импульсами, имеет место эффект увеличения толщины стружки, что, как известно из опыта фрезерования с попутной подачей и применения инструмента с прогрессивной схемой резания, способствует уменьшению удельной силы резания и в конечном счете приводит к увеличению периода стойкости инструмента.

4. Резание с переменной подачей, как показали исследования для различных видов обработки [4], способствует, как правило, снижению интенсивности изнашивания инструмента и повышению производительности обработки.

Наиболее благоприятные условия для реализации описанного способа фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес возникают при попутной подаче заготовки (см. рис. 1) или фрезы параллельно оси заготовки. При этом усилия, необходимые для осуществления подачи, минимальны, а в механизме подач отсутствуют зазоры, что позволяет производить движение подачи импульсами с высокой частотой и малой амплитудой.

Рассмотрим основные условия применения и параметры предложенного способа фрезерования зубьев цилиндрических зубчатых колес.

Наилучшие условия для реализации этого способа будут иметь место, ког-