

УДК 621.914

Классификация деталей по конструкторско-технологическим признакам

И.М. Смирнов

Юго-Западный государственный университет, ул. 50-летия Октября 94, Курск, Россия
kea-swsu@list.ru

Статья поступила 28.08.2014, принята 18.11.2014

Проблеме повышения производительности процессов чистовой и отделочной обработки деталей лезвийными инструментами посвящено большое количество исследований. Одним из наиболее эффективных путей решения данной проблемы является применение инструментов из композитов, поскольку такая обработка приобретает ряд неоспоримых преимуществ перед конкурирующими методами и является важным фактором для дальнейшего повышения конструктивной сложности, точности и качества изготовления деталей. Большинство проведенных в этом направлении работ посвящены исследованию резания гладких поверхностей, что же касается инструментов из композитов, то обработка прерывистых и особенно комбинированных поверхностей остается малоизученной, хотя именно применение композитов, обладающих уникальными физико-механическими свойствами, позволяет использовать лезвийную обработку разнообразных конструкционных материалов и поверхностей, заменяя операции шлифования. Изучение и детализация специфики процессов лезвийной обработки, использование потенциальных резервов инструментального обеспечения позволяют в короткий промежуток времени получить рост производства и экономических показателей предприятий. Решение данных задач осуществимо на основе комплексного подхода к проблеме обеспечения стабильной высокопроизводительной работы станков и станочных систем, в том числе за счет развития современных инструментальных материалов и технологий.

Ключевые слова: композит, параметры образования, режимы резания, качества обработки.

Parts classification by construction and technological characteristics

I.M. Smirnov

Southwestern State University; 94, 50 let Oktyabrya, Kursk, Russia
kea-swsu@list.ru

Received 28.08.2014, accepted 18.11.2014

A number of researches are devoted to the problem of efficiency improving for such processes as finishing cut of the parts and mechanical polishing with edge tools. One of the most effective methods of solving the problem is to use the tools made of composite materials due to the undeniable advantage of this method among the others competing methods. This is the important issue according to the following increasing functional complexity, accuracy and quality in production of parts. Most researches, carried out in this field, mainly deal with studies of smooth surface cutting. However, the machining of discontinuous and combined surfaces of tools made of composite materials is studied poorly, though it is the use of the composites with a unique physical and chemical structure which allows using the edge cutting machining for various constructional materials and surfaces instead of grinding. Studying and detailing the specificity of the processes of edge cutting machining, and using the potential reserves of the tooling backup allows receiving an output growth and economic performance in a short period of time. The solution of these tasks can be realized when it is based on an integrated approach to the problem of providing stable and high performance for machines and their systems, including the development of modern tool materials and technologies.

Key words: composite, cutting modes, processing quality

Введение. Известно, что в технологии машиностроения значительную роль играют процессы лезвийной обработки, обладающие высокой производительностью и являющиеся основным методом достижения заданной геометрической и размерной точности, качества обработки. Как правило, внедрение в производство таких технологий не требует значительных капиталовложений и перестройки машиностроительного производства. Поэтому знание специфики процессов лезвийной обработки, использование потенциальных резервов

инструментального обеспечения позволяет за относительно короткий промежуток времени получить рост производства и его экономических показателей [1 – 5].

Поставленные задачи осуществимы на основе комплексного подхода к проблеме обеспечения стабильной высокопроизводительной работы станков и станочных систем, в том числе за счет развития современных инструментальных материалов и технологий.

Общие положения. Учитывая, что трудоемкость лезвийной обработки составляет около 40 % трудоем-

кости всех видов технологических процессов машиностроения, научный и практический интерес представляет проблема технологического обеспечения и повышения эффективности процессов обработки резанием. Такая обработка имеет ряд неоспоримых преимуществ перед конкурирующими методами и является важным фактором для дальнейшего повышения конструктивной сложности, точности и качества изготовления деталей.

Детали машиностроительного назначения имеют обширное разнообразие форм и размеров поверхностей с разного рода пазами, отверстиями и т. п., создающими прерывистость резания и определенные трудности, связанные с обеспечением заданного качества.

Особенности применения композитов. Применение композитов, обладающих уникальными физико-механическими свойствами, позволяет использовать лезвийную обработку разнообразных конструкционных материалов и поверхностей, заменяя операции шлифования.

Созданные в нашей стране и за рубежом инструменты, оснащенные искусственными сверхтвердыми материалами на основе кубического нитрида бора, характеризуются большим разнообразием.

В теории и практике материаловедения композитом называют материал, не встречающийся в природе и состоящий из двух и более различных по химическому составу компонентов. Термодинамические особенности полиморфизма нитрида бора обусловили появление большого количества инструментальных материалов на основе его плотных модификаций и различных технологий его получения.

Композитам свойственно уникальное сочетание физико-химических характеристик: исключительно высокая твердость, высокая теплостойкость и теплопроводность, близкая к теплопроводности твердых сплавов, не снижающаяся при повышении температуры. Эти инструментальные материалы не вступают в химическую реакцию с черными металлами на воздухе и при высокой температуре, что обуславливает их определенные преимущества по сравнению с алмазами и другими традиционными инструментальными материалами.

Физические свойства композитов определяют поведение режущего инструмента в процессе его эксплуатации (табл. 1).

Пределы прочности (на сжатие, растяжение и изгиб) и сравнительные данные для различных марок композитов приведены в табл. 2.

Таблица 1

Физические характеристики композитов

Марка композита	Модуль сдвига G , GPa	Коэффициент Пуассона, μ	Теплопроводность, $Вт/М·К$	Удельная теплоемкость, $Дж/кг·К$	Плотность, $\rho \cdot 10^3, кг/м^3$	Модуль упругости E , GPa	Устойчивость к нагреву на воздухе, $^{\circ}C$
01	378		30...60	670	3,31...3,39	660...800	1300
02			40...60				1200
03					3,27...3,45	715...725	1200
05		0,15			3,94...4,15	566...670	
09					3,56...3,61	715...720	1300
10	373	0,16	60...80		3,28...3,36	880...980	900

Таблица 2

Характеристики прочности композитов

Марка композита	$\sigma_{сж}, GPa$					σ_p, GPa			$\Sigma_{изг}, GPa$											
	2	3	4	5	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,9										
01	2,0±0,1	×	×	×	×	0,4±0,04	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
02	5,2±1,2	×	×	×	×															
03	1,3±0,2	×	×	×	×															
05	2,2±0,3	×	×	×	×	0,2±0,03	×													
09	4,9±0,2	×	×	×	×															
10	4,0±1,0	×	×	×	×	0,3±0,06	×	×												

Кристаллическая структура композитов в своей основе всегда имеет те или иные дефекты, в том числе и микротрещины. Вследствие этого при обработке прерывистых поверхностей, под воздействием ударно-импульсной нагрузки, сил и температуры, микротрещины увеличиваются, и возрастает вероятность разрушения инструментального материала. Очевидно, что

чем выше трещиностойкость композита, тем выше его работоспособность (табл. 3).

Таблица 3

Трещиностойкость композитов

Марка композита	01	05	09	10
Трещиностойкость, $Н/м^{1/2}$	3,91	4,58	4,70	5,83

Совокупность физико-механических и химических свойств, исследования и промышленное использование убедительно свидетельствуют о высокой работоспособности инструментов из композитов,

Можно определить основные области рационального использования этих уникальных инструментальных материалов: финишная обработка закаленных деталей, в том числе при прерывистом резании; чистовое точение и растачивание, торцовое фрезерование (как подготовительная операция под последующую финишную обработку); чистовая обработка поверхностно закаленных материалов с мягкой сердцевиной; чистовая обработка восстановленных наплавкой и напылением гальванопокрытий изношенных поверхностей деталей.

Несмотря на широкое разнообразие, композиты практически не создают между собой конкуренции, успешно дополняют друг друга и имеют собственную область применения, определяемую условиями резания.

Опытным путем определены четыре основные группы материалов, эффективно обрабатываемые композитами:

- 1) отбеленный чугун, белый чугун при HRC₃, 50...65;
- 2) закаленные стали и детали с поверхностной закалкой при HRC₃, 50...65;
- 3) некоторые упрочняемые сплавы при HRC₃, 38...40;
- 4) серый чугун при HB 200...220.

Композиты 01 и 02 применяют для тонкого и чистового точения, преимущественно без удара, деталей из черных металлов любой твердости; композит 03 — для предварительного и окончательного точения чугунов любой твердости; композиты 05 и 06 — для чистового и получистового точения без ударных нагрузок закаленных сталей и чугунов; композит 10 — для предварительного и окончательного точения (растачивания), с ударом и без удара, сталей и чугунов любой твердости, для торцового фрезерования закаленных сталей и чугунов, твердых сплавов группы ВК, оснащения разверток, сверхскоростного (вихревого) нарезания резьбы (рис. 1).

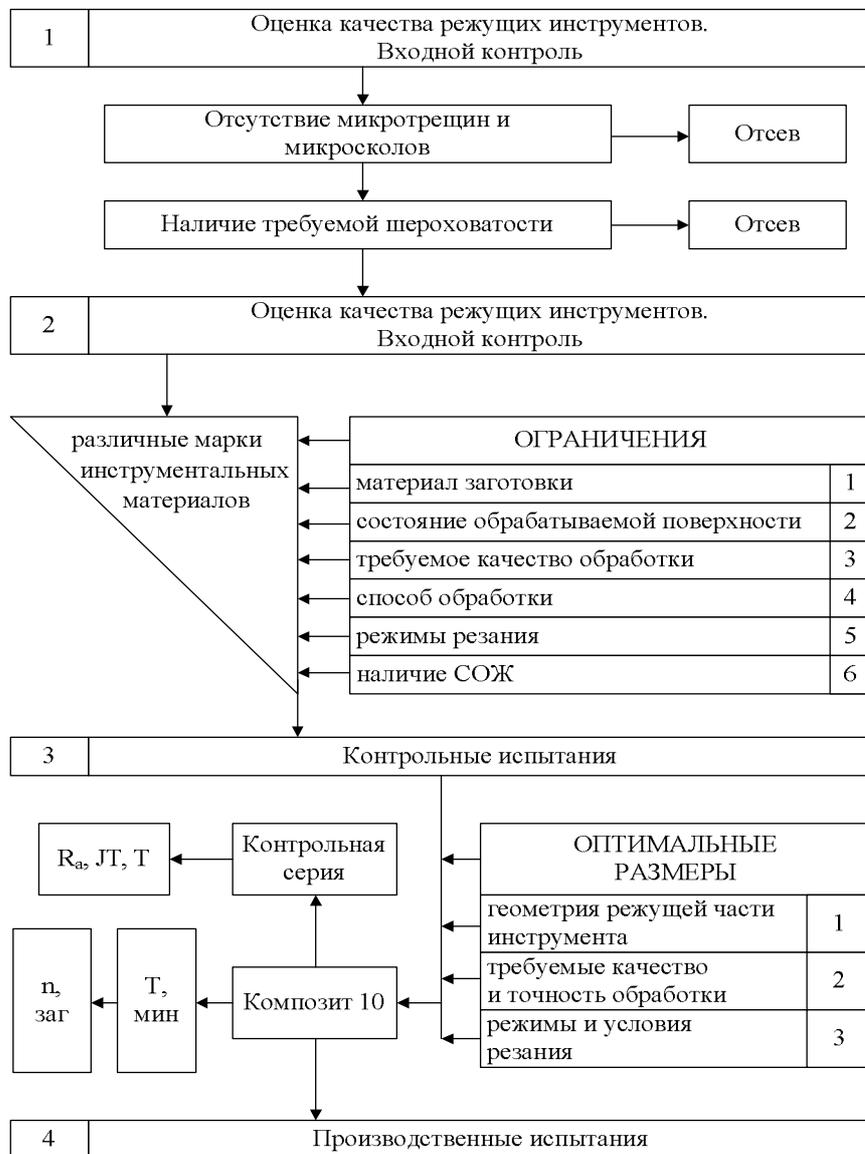


Рис. 1. Схема отбора режущих элементов из композитов

Заключение

Эффективное использование инструментов из композитов достигается на высокоточных скоростных станках, обладающих жесткостью и виброустойчивостью, при тщательном контроле состояния режущей части композитов, что предполагает достаточно детализированные представления о требованиях к качеству изготовления деталей, то есть составу инструментов, приспособлений и станочного оборудования.

Литература

1. Смирнов И.М. Повышение эффективности процессов резбообразования скоростным фрезерованием резцами из композитов: дис. ... канд. техн. наук. Чита, 2000. 184 с.
2. Кудряшов Е.А., Смирнов И.М. Кинематика нарезания резьб вращающимися резцами // Инструмент Сибири: сб. ст. Новосибирск. 2000. № 5. С. 10-11.
3. Кудряшов Е.А. Обработка деталей инструментом из композитов в осложненных технологических условиях. Чита: ЧитГУ, 2002. Т. 1. 257 с.
4. Кудряшов Е.А. Обработка деталей инструментом из композитов в осложненных технологических условиях. Чита: ЧитГУ, 2002. Т. 2. 290 с.
5. Кудряшов Е.А. Технология лезвийной обработки деталей повышенной конструктивной сложности // Фундаментальные и прикладные проблемы технологии машиностроения. Технология, 2003: материалы Международной научно-технической конференции. Орел, 25-27 сент., 2003 г. Орел: ОрГТУ, 2003. С. 209-213.
6. Кудряшов Е.А. Технологические преимущества инструментального материала композит при обработке конструк-

тивно сложных поверхностей деталей // Известия ВолГТУ. 2010. № 12. С. 15-20.

7. Кудряшов Е.А., Емельянов С.Г., Яцун Е.И., Павлов Е.В. Технологическое оснащение процессов изготовления конструктивно сложных деталей: монография. Старый Оскол: ТНТ, 2013. 268 с.

References

1. Smirnov I.M. Improving the efficiency of processes retinoblastoma high-speed milling cutters from composites: dis. ... kand. tekhn. nauk. Chita, 2000. 184 p.
2. Kudryashov E.A., Smirnov I.M. Kinematics threading torque cutters // Instrument Sibiri: sb. st. Novosibirsk. 2000. № 5. P. 10-11.
3. Kudryashov E.A. Machining tool of composites in complicated technological conditions. Chita: ChitGU, 2002. T. 1. 257 p.
4. Kudryashov E.A. The machining tool of composites in complicated technological conditions. Chita: ChitGU, 2002. T. 2. 290 p.
5. Kudryashov E.A. Technology blade machining of high structural complexity // Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhnologii mashinostroeniya. Tekhnologiya, 2003: materialy Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii. Orel, 25-27 sent., 2003 g. Orel: OrGTU, 2003. P. 209-213.
6. Kudryashov E.A. Technological advantages of the tool material composite in the processing of structurally complex surface details // Izvestiya VolGTU. 2010. № 12. P. 15-20.
7. Kudryashov E.A., Emel'yanov S.G., Yatsun E.I., Pavlov E.V. The technology of manufacturing processes structurally complex parts: monografiya. Staryi Oskol: TNT, 2013. 268 p.

УДК 621.86

Повышение точности и скорости перемещения груза по требуемой траектории грузоподъемным краном мостового типа

В.С. Щербаков^a, М.С. Корытов^b, Е.О. Вольф^c

Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, пр. Мира 5, Омск, Россия

^asherbakov_vs@sibadi.org, ^bkms142@mail.ru, ^cwolf_eo@sibadi.org

Статья поступила 14.05.2014, принята 6.11.2014

Предложен способ повышения точности и скорости перемещения груза по требуемой траектории грузоподъемным краном мостового типа, а также компенсации неуправляемых пространственных перемещений груза, размещенного на гибком канатном подвесе. Данный способ позволяет в оперативном режиме, не располагая точной информацией обо всех характеристиках колебательной системы, синтезировать приближенную к требуемой траекторию перемещения точки подвеса. На основе обработки значений требуемых и фактических координат груза по предложенным векторным зависимостям формируются управляющие воздействия на приводы крана с целью приближения фактической траектории движения груза к требуемой. Получено выражение вектора перемещения точки подвеса в неподвижной системе координат из текущего фактического в требуемое положение. Использование разработанного способа, представленного в виде векторных преобразований, на каждом шаге квантования времени при управлении реальным или моделируемым объектом груза, который необходимо переместить краном мостового типа по требуемой траектории произвольного вида, позволяет повысить как точность, так и скорость перемещения груза. В результате пространственные маятниковые колебания груза при достижении целевой точки уменьшаются до их полного устранения, а фактическая траектория перемещения груза приближается к требуемой. Степень точности приближения фактической траектории груза к требуемой может варьироваться через задание максимального значения коэффициента усиления.

Ключевые слова: мостовой кран, траектория груза, точность, раскачивание.