

УДК 621.952.5.04

DOI 10.18698/0536-1044-2018-2-75-85

# Создание рациональных условий хрупким сверхтвердым режущим элементам для точения поверхности из разнородных конструкционных материалов

Е.А. Кудряшов, И.М. Смирнов

АО «Научно-исследовательский инженерный институт», 143912, Балашиха, Московская область,  
Российская Федерация, шоссе Энтузиастов, д. 6

## Creating Rational Conditions for Turning Surfaces of Dissimilar Structural Materials by Brittle Superhard Cutters

E.A. Kudryashov, I.M. Smirnov

AO Research Engineering Institute, 143912, Balashikha, Russian Federation, Shosse Entuziastov, Bldg. 6



e-mail: kea-swsu@mail.ru, i.m.smirnov@aoniii.ru



Рассмотрены технологические проблемы, возникающие в ходе обработки точением конструктивно сложных поверхностей деталей, образованных сочетанием разнородных по физико-механическим характеристикам материалов. При этом композиты являются привлекательными для высокоскоростной обработки вследствие химической инертности к черным металлам, отсутствия прижогов обрабатываемой поверхности и вероятности шаржирования, что свойственно применяемым для аналогичной цели процессам шлифования. Созданы рациональные условия инструменту для точения поверхности из разнородных конструкционных материалов. Разработан метод настройки хрупкого режущего элемента на безударный способ резания прерывистой поверхности заготовки, при котором врезание и точение осуществляются периферийной частью передней поверхности резца с максимально возможным удалением от его вершины и режущей кромки. Передней поверхности режущего элемента придан циклоидальный профиль, позволяющий исключить ударную нагрузку на вершину инструмента и уменьшить силы трения стружки о переднюю поверхность. Разработана конструкция инструмента с демпфированием нагрузок прерывистого резания, что обеспечило повышение стойкости резца из композита — наиболее эффективного для точения поверхности из разнородных конструкционных материалов. Достигнуты следующие результаты: точность обработки — не хуже 7-го качества, шероховатость  $Ra$  — не более 1,25 мкм.

**Ключевые слова:** прерывистая поверхность, демпфирующий резец, инструментальный материал композит, рациональные условия контакта, сочетание разнородных материалов, стойкость режущего элемента



The authors examine the technological problems that arise during machining by turning complex surfaces composed of materials that are dissimilar in their physico-mechanical characteristics. At the same time, composites are considered attractive for high-speed machining due to the chemical inertness to ferrous metals, the absence of surface tempering and possible charging that are typical of the grinding processes used for the same purpose.

In this paper, rational conditions for the tools are created for turning surfaces composed of dissimilar structural materials. A method is developed for setting up a brittle cutter to be used for smooth cutting of a discontinuous surface of a workpiece. In this method, penetration and turning are carried out by the peripheral part of the face of the tool at the maximum possible distance from the tip and the cutting edges. The face of the cutting element is given a cycloidal profile, which makes it possible to eliminate the impact load on the tip of the tool and reduce the friction forces of the chips against the face surface. The authors have developed a tool design that damps intermittent cutting loads and provides increased durability of a composite cutter that is most effective for turning surfaces of dissimilar structural materials. The following results are achieved: machining accuracy of no lower than the 7th grade; and roughness of no more than  $1.25 \mu\text{m}$ .

**Keywords:** intermittent surface, damping cutter, composite cutting material, rational contact conditions, combination of dissimilar materials, tool durability

При обработке точением конструктивно сложных поверхностей деталей, образованных сочетанием разнородных по физико-механическим характеристикам материалов, возникают различные технологические проблемы. К их числу относятся: низкая стойкость инструментального материала (ИМ), связанная с прерывистым характером обработки; наличие вибраций при врезании режущего элемента (РЭ) в поверхность заготовки и выходе из контакта; точение участков поверхности с элементами прерыва

(со стыками границ материалов) и наличие на ней различных по форме и расположению второстепенных отверстий, пазов, выточек и т. п., а также низкая работоспособность РЭ из модификаций искусственных сверхтвердых материалов (композитов), склонных к разрушению хрупкой режущей части при прерывистом резании.

Цель работы — устранение технологических проблем, возникающих при обработке точением конструктивно сложных поверхностей деталей, образованных сочетанием разнородных по физико-механическим характеристикам материалов.

Пример изделия, имеющего конструктивно сложную поверхность, показан на рис. 1, где его обрабатываемая наружная поверхность 4 образована тремя деталями — основанием 1, кольцом 2 и оболочкой 3.

Конструкция изделия представляет собой сборочную единицу, состоящую (рис. 2) из основания (а) и кольца (б), соединенных на операции сборки в арматурную конструкцию (в), помещаемую в прессформу литейной машины для создания связующей оболочки из прессматериала.

Основные сведения о комплектующих сборочную единицу деталях приведены в таблице.

Для лучшего стружкодробления и сохранения стойкости ИМ в технологическом процессе точения наружной поверхности 4 сборочной единицы (см. рис. 1) резец из ИМ Т15К6 с радиусной формой вершины РЭ и густой смазкой эмульсолом первоначально обрабатывает наружную поверхность кольца (рис. 2, б) из алюминиевого сплава В95, затем оболочку (рис. 2, в) из прессматериала на основе стеклянных нитей с пропиткой модифицированным фенолоформальдегидным связующим

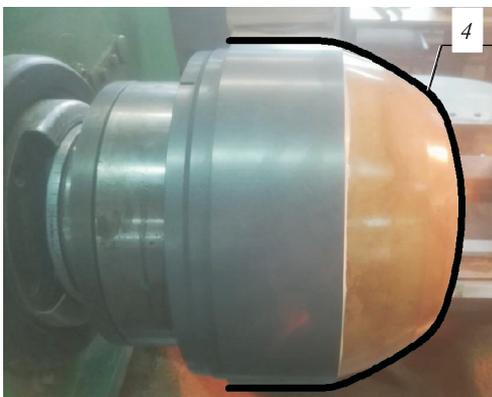
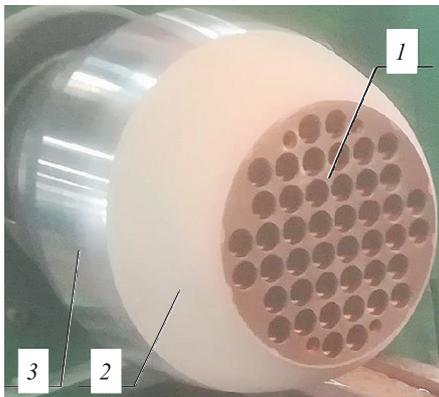


Рис. 1. Общий вид изделия, имеющего конструктивно сложную поверхность, образованную сочетанием разнородных конструкционных материалов



Рис. 2. Детали сборочной единицы

наполнителем и основание (рис. 2, а) из стали 30 ХГСА. При этом резец имеет ряд недостатков, к которым относятся:

- зависимость от точности исполнения копира 3 (рис. 3) и качества настройки считывающего устройства 4 положения РЭ резца 2;
- вибрации при точении поверхности с элементами прерыва 1, приводящие к преждевременному разрушению ИМ;
- низкая производительность и проблематичность получения заданных показателей работоспособности и качества — точности не грубее 7-го качества и шероховатости обработанной поверхности Ra не более 1,25 мкм.

Следовательно, существующая проблема нахождения рациональных условий для хрупких РЭ при точении поверхности из разнородных конструкционных материалов требует решения взаимосвязанного комплекса следующих задач:

- 1) разработка конструкции инструмента, обладающего способностью демпфирования вибраций, возникающих в процессе резания;
- 2) создание рациональных условий врезания РЭ без разрушения в конструктивно сложную (прерывистую) поверхность заготовки;

- 3) придание передней поверхности РЭ формы, дающей возможность принимать без разрушения динамические нагрузки прерывистого резания;

- 4) обоснование эффективной марки ИМ, способной в условиях прерывистого резания обеспечить точность не грубее 7-го качества при шероховатости обработанной поверхности Ra не более 1,25 мкм;

- 5) применение автоматизированного оборудования, исключающего случайный фактор неточности изготовления копира и погрешности настройки считывающего устройства положения РЭ.

Суть разработанных рациональных условий для точения поверхностей из разнородных конструкционных материалов заключается в решении следующих задач конструктивного и технологического характера:

- конструкция токарного резца должна иметь устройство гашения колебаний — виброгаситель;
- режущие кромки должны быть выполнены и ориентированы относительно прерывистой обрабатываемой поверхности так, чтобы пер-

**Основные сведения о комплектующих сборочную единицу деталей**

Наименование	Материал	Твердость
Основание	Сталь 30ХГСА, ГОСТ 11268-76	HRC 28...32
Кольцо	Алюминиевый сплав В95, ОСТ 192048-90	HB 150
Оболочка на основе стеклянных нитей с пропиткой модифицированным фенолформальдегидным связующим наполнителем	ДСВ-2-О, ГОСТ 17478-95	—

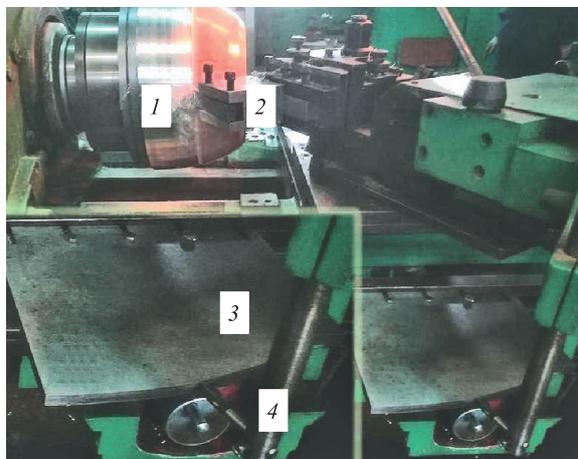


Рис. 3. Технологическая наладка операции точения контура сборочной единицы

воначальная встреча РЭ с деталью происходила не вершиной, а наиболее отдаленной частью передней поверхности резца;

- передняя поверхность резца должна иметь циклоидальный профиль, позволяющий перераспределить потоки элементной стружки и снизить динамическое воздействие на хрупкий РЭ.

В целях устранения негативных последствий прерывистого резания проведены работы по созданию новых конструкций инструмента и технологий, повышающих устойчивость процесса резания и качество обработки поверхностей, состоящих из разнородных конструкционных материалов [1–10].

*Задача 1. Разработка конструкции инструмента, обладающего способностью демпфирования вибраций, возникающих в процессе резания.* Принципиальное отличие новой конструкции инструмента — демпфирующего резца (рис. 4) — от аналогов заключается в том, что выборка в его корпусе выполнена равномерно по периметру державки 3 на длине  $L$ . Конец державки с выборкой размещен в металлическом стакане 4 с одинаковыми зазорами  $t$  по его основанию и стенкам. Зазоры заполнены смесью самовулканизирующейся жидкой резины с наполнителем 5 разных размерных фракций.

Державка установлена без возможности контакта со стаканом. Значение силы резания служит для оценки обработки таким способом, так как в общем случае чем сложнее конструкция поверхности детали и ее материал поддаются резанию, тем выше сила резания.

Динамические и вибрационные нагрузки влияют на состояние обработанной поверхно-

сти. Частоту колебаний можно выразить соотношением

$$\Omega = n\Theta,$$

где  $n$  — частота колебаний резца;  $\Theta$  — порядок возбуждения.

Наибольшая эффективность виброизоляции наблюдается в том случае, когда собственная частота  $\omega$  меньше частоты возбуждения  $\Omega$  в 2 раза. Чем больше соотношение  $\Omega/\omega$ , тем выше эффект виброизоляции и гашения вибраций.

Предлагаемая конструкция инструмента обеспечивает:

- повышение качества обработки эффективным демпфированием вибраций, возникающих в процессе резания, путем размещения оправки с жестко фиксированным на ней узлом крепления режущей пластины во вставке из материала с высоким демпфированием без возможности контактирования режущей пластины и узла ее крепления со стаканом и державкой;

- увеличение устойчивости процесса резания, так как вставка из материала с высоким демпфированием виброизолирует ударные нагрузки как в направлении от детали и режущей пластины к державке и резцедержателю, так и в обратном направлении;

- подбором жесткости материала вставки с высоким демпфированием минимизацию внешних нагрузок на державку и деформацию ее выступающего конца без дополнительных конструкторских разработок;

- снижение материалоемкости резца путем уменьшения расхода материала с высоким демпфированием для изготовления вставки,

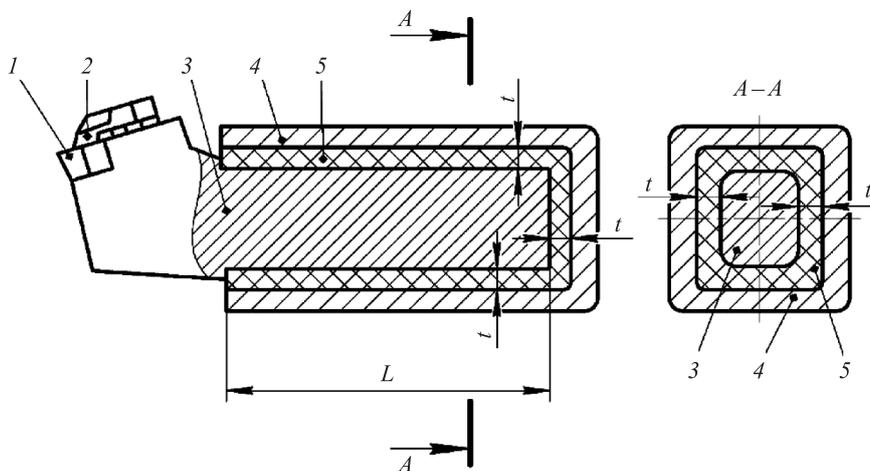


Рис. 4. Демпфирующий резец:

1 — РЭ; 2 — прижим; 3 — державка; 4 — стакан; 5 — самовулканизирующийся наполнитель

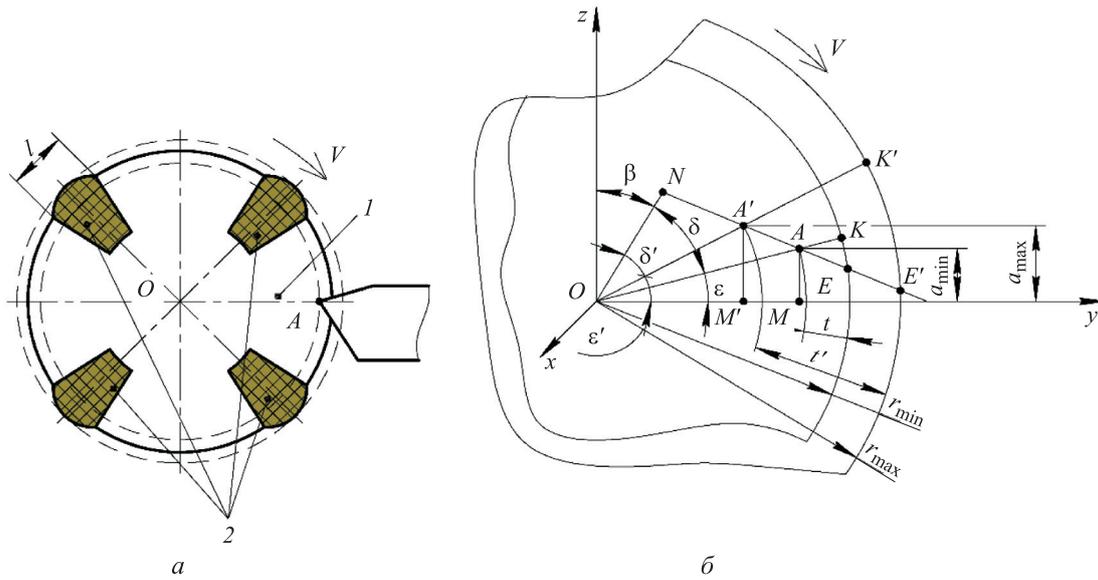


Рис. 5. Схема (а) и модель (б) точения поверхности, состоящей из двух конструкционных материалов — металла (1) и пластмассы (2):

$V$  — направление скорости резания;  $N$  — точка встречи настроечного угла  $\beta$  с линией касания вершины РЭ в точках  $A$  и  $A'$  при установке передней поверхности на расстоянии  $a_{\min}$  ( $AM$ ) и  $a_{\max}$  ( $A'M'$ ) соответственно;  $K$  и  $K'$  — максимальное и минимальное значение микронеровностей обрабатываемой поверхности;  $AE$  и  $A'E'$  — минимальное и максимальное значение глубины резания в пределах припуска на обработку

так как она заполняет лишь зазоры между державкой и стаканом.

Новизна принятых решений подтверждена патентами на изобретения [11–13].

**Задача 2. Создание рациональных условий врезания РЭ без разрушения в конструктивно сложную поверхность заготовки.** Рациональные условия для безударного резания имеют место при установке передней поверхности РЭ относительно обрабатываемой поверхности заготовки на настроечный угол  $\beta$  (рис. 5).

На рис. 5 приведены схема и модель точения поверхности, состоящей из двух конструкционных материалов, в упрощенном виде представляющие исследуемую сборочную единицу «Корпус», но не искажающую методику исследования. Особенностью поверхности резания является отсутствие конструктивных разрывов базовой цилиндрической поверхности. Вернее, они есть, но пустоты заполнены пластмассой, поэтому нет холостого пробега инструмента. Имеется еще одно существенное обстоятельство — чередование на обрабатываемой поверхности участков металла и пластмассы. Как следует из схемы и модели (см. рис. 5), расчетное значение настроечного угла можно получить по формуле

$$\beta = \frac{\pi}{2} - (\delta - \delta') - (\varepsilon - \varepsilon') = \frac{\pi}{2} - \Delta\delta - \Delta\varepsilon,$$

где  $\delta$  и  $\delta'$  — минимальный и максимальный угол касания вершины инструмента к минимально и максимально расположенным точкам контакта обрабатываемой поверхности металлического и пластмассового участков ( $r_{\min}$  и  $r_{\max}$ );  $\varepsilon$  и  $\varepsilon'$  — минимальный и максимальный угол, образованный линией касания, проходящей через центр детали, вершину инструмента и точку  $M$ , образованную на оси ординат перпендикуляром из точки контакта  $A$  (рис. 5, б).

В настроенном положении режущей части относительно обрабатываемой поверхности угол  $\beta$  определяется из выражения

$$\begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \left( \frac{\pi}{2} - \delta - \varepsilon \right) - \operatorname{tg} \left( \frac{\pi}{2} - \delta' - \varepsilon' \right) = \\ &= \frac{l\sqrt{(r_{\min} - t)^2 - a_{\min}^2} - a_{\min}\sqrt{(r_{\min} - t)^2 - l^2}}{la_{\min} + \sqrt{(r_{\min} - t)^2 - l^2}\sqrt{(r_{\min} - t)^2 - a_{\min}^2}} - \\ &= \frac{l\sqrt{(r_{\max} - t')^2 - a_{\max}^2} - a_{\max}\sqrt{(r_{\max} - t')^2 - l^2}}{la_{\max} + \sqrt{(r_{\max} - t')^2 - l^2}\sqrt{(r_{\max} - t')^2 - a_{\max}^2}} = \end{aligned}$$

$$= \frac{l\sqrt{(\Delta r - \Delta t)^2 - \Delta a^2} - \Delta a\sqrt{(\Delta r - \Delta t)^2 - l^2}}{l\Delta a + \sqrt{(\Delta r - \Delta t)^2 - l^2}\sqrt{(\Delta r - \Delta t)^2 - \Delta a^2}},$$

где  $l$  — длина участка пластмассы, мм (см. рис. 5);  $t$  и  $t'$  — изменение глубины резания вследствие колебания припуска металлического и пластмассового участков, мм;  $a_{\min}$  и  $a_{\max}$  — минимальное и максимальное значение смещения вершины инструмента от обрабатываемой поверхности, мм;  $\Delta r = r_{\max} - r_{\min}$ ;  $\Delta t = t_{\max} - t_{\min}$ ;  $\Delta a = a_{\max} - a_{\min}$ .

В результате преобразований, принимая  $(\Delta r - \Delta t)^2 = b$ , имеем

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{l\sqrt{b - \Delta a^2} - \Delta a\sqrt{b - l^2}}{l\Delta a + \sqrt{b - l^2}\sqrt{b - \Delta a^2}}.$$

Экспериментально подтверждено, что в расчетном диапазоне настроечного угла  $\beta$  первоначальный контакт с заготовкой (врезание) переносится в область передней поверхности инструмента, максимально удаленной хрупкой вершины и режущих кромок [14, 15].

**Задача 3. Придание передней поверхности РЭ циклоидального профиля.** Графическое построение трехмерных моделей арки циклоиды проведено качением окружности, диаметр которой для РЭ из материала композит 10 равен максимально возможной удвоенной глубине резания. При этом для РЭ формируется модельный ряд вариантов передней поверхности циклоидального профиля. Отличительной особенностью вариантов являются принадлежащий каждому собственный угол и контур, формируемый дискретным изменением угла наклона касательной к циклоидальному профилю передней поверхности резца. Предпочтение в выборе отдается модели арки циклоиды с максимальными значениями расчетных величин, определяющими на передней поверхности место нахождения участка, наиболее отдаленного от хрупкой вершины и самого благоприятного для первоначальной встречи (врезания) РЭ в заготовку под углом  $\beta$  (рис. 6).

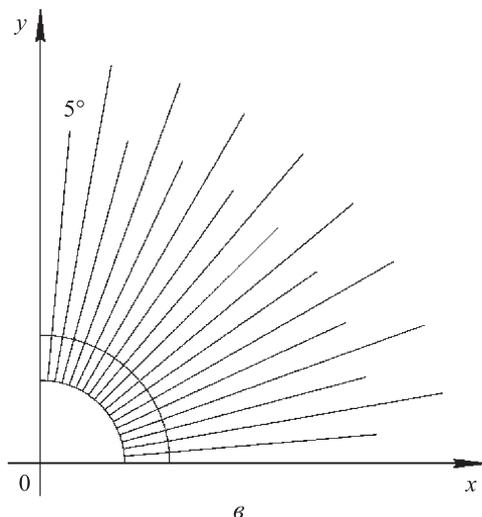
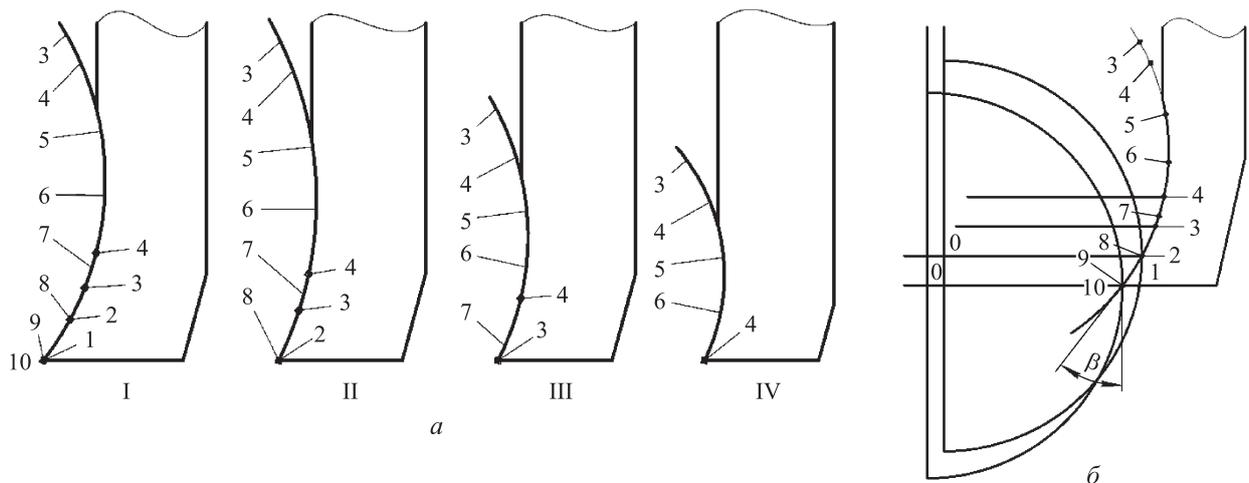


Рис. 6. Геометрическое построение модели арки циклоиды: а — модельный ряд передних поверхностей инструмента (I–IV) со ступенчатым интервалом возрастания углов от 1, 2, 3 до  $n$ ; б — схема кривой для построения оптимизированного профиля модельного ряда при максимальной толщине стружки, срезаемой с обрабатываемой поверхности детали за один проход; в — ступенчатая номограмма проектируемых углов наклона касательных к циклоиде с интервалом  $5^\circ$  (изменение может происходить в диапазоне  $0 \dots 90^\circ$ )

Характеристика 1	Характеристика 2	Характеристика 3	Характеристика 4	Характеристика 5	
$E$ , ГПа	$\sigma_{и}$ , ГПа	$\sigma_p$ , ГПа	$T$ , °С	$K_{Ic}$ , МПа·м <sup>1/2</sup>	
880 — К10	1,50 — К10	0,49 — К01	1500 — К10	7,12 — К10 7,10 7,00 — К05 4,62 — К02 4,17 — К01	
840 — К01	1,19 — К09	0,39 — К10	1470 — К01		
800	0,98 — К01	0,35 — К09	1300 — К02		
	0,80 — К02	0,30	1200		
720 — К02	0,60 — К05		1050 — К05		
700 — К05	0,50 — К05	0,22 — К05			
500 — К09					
Модуль упругости	Предел прочности при изгибе	Предел прочности при растяжении	Термостойкость		Коэффициент трещиностойкости

Рис. 7. Сравнение физико-механических характеристик марок композитов



Рис. 8. Схема принятия решений для устранения проблем, возникающих в ходе обработки точением прерывистых поверхностей деталей

Циклоидальная форма профиля способствует уменьшению силы трения стружки о переднюю поверхность, что обеспечивает при рациональных условиях врезания РЭ в заготовку сохранение на длительный период стойкости ИМ, так как трение является одним из важных факторов, влияющих на силы резания, температуру

контактных поверхностей инструмента и состояние поверхностного слоя детали.

*Задача 4. Обоснование эффективной марки ИМ для условий прерывистого резания.* Среди известных ИМ, которые можно применять на операциях токарной обработки, группа сверхтвердых материалов обладает объективными

преимуществами: способностью обеспечить высокоскоростную обработку поверхностей деталей различной конструктивной сложности с требуемой точностью не грубее 7-го качества и шероховатостью  $Ra$  0,32...0,63 мкм, исключая вероятность прижогов, шаржирование и формирование растягивающих напряжений, характерных для операций шлифования.

В группе сверхтвердых материалов насчитывается более десяти марок композитов, из которых для прерывистого резания наиболее часто используют пять марок: K01, K02, K05, K09, K10.

Сравнение этих материалов по пяти важнейшим физико-механическим характеристикам (рис. 7) показало, что композит 10 (K10) обладает неоспоримыми преимуществами перед другими марками [16–19].

Последовательность принятия решений для устранения проблем, возникающих в ходе обработки точением прерывистых поверхностей деталей приведена на рис. 8.

## Выводы

1. Исследование проблем процесса точения поверхности сборочной единицы, образованной сочетанием нескольких конструктивных

материалов с элементами прерыва, показало, что для создания рациональных условий резания необходимо следующее:

- применение конструкции инструмента, способной обеспечить демпфирование вибрационных нагрузок, сопровождающих прерывистое резание;

- выбор марки ИМ, способной в условиях прерывистого точения сохранить заданную работоспособность;

- обеспечение рациональных условий контакта РЭ с обрабатываемой прерывистой поверхностью, при которых минимизируются потери стойкости РЭ и его возможное разрушение вследствие сопровождающих процесс прерывистого точения ударов и вибраций.

2. Приведенные решения технологических проблем, возникающих в ходе обработки точением прерывистых поверхностей деталей, обладают единым научным подходом и универсальностью в совокупности с результатами экспериментальных и аналитических исследований, отраженных в списке литературных источников, а также подтверждают реальную перспективу широкого использования композитов для изготовления деталей практически любой конструктивной сложности.

## Литература

- [1] Кудряшов Е.А., Смирнов И.М. Классификация конструктивно сложных поверхностей деталей как подготовительный этап проектирования технологии механической обработки. *Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии*, 2015, № 2(310), с. 89–94.
- [2] Кудряшов Е.А., Каменева Т.Е. Выбор базовой детали для экспериментального исследования метода обработки конструктивно сложных винтовых поверхностей деталей класса «валы». *Известия Юго-Западного государственного университета*, 2014, № 6(57), с. 26–32.
- [3] Carou D., Rubio E.M., Davim J.P. Discontinuous cutting: failure mechanisms, tool materials and temperature study — a review. *Reviews on Advanced Materials Science*, 2014, vol. 38, no. 2, pp. 110–124.
- [4] Кудряшов Е.А., Смирнов И.М., Яцун Е.И. Выбор инструментального обеспечения процессов чистовой обработки конструктивно сложных поверхностей деталей. *Научные технологии в машиностроении*, 2014, № 12(42), с. 10–14.
- [5] Смирнов И.М. *Инструментальное обеспечение процессов механической обработки конструктивно сложных деталей машин*. Москва, Триумф, 2014. 128 с.
- [6] Stahl J.E. *Metal cutting — Theories and models*. Lund, Lund University, 2012. 580 p.
- [7] De Vos P. *Applied metal cutting physics – Best practice*. Fagersta, SECO Tools AB, 2016. 163 p.
- [8] Altintas Y. *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. New York, Cambridge University Press, 2012. 366 p.
- [9] Кудряшов Е.А., Смирнов И.М. Поиск оптимальных решений при проектировании процессов механической обработки. *Системы. Методы. Технологии*, 2014, № 3(23), с. 94–98.

- [10] Кудряшов Е.А., Смирнов И.М. Применение метода управления режущей частью инструмента для повышения эффективности процесса прерывистого резания. *Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Техника и технологии*, 2013, № 4, с. 23–28.
- [11] Новиков С.Г., Малыхин В.В., Яцун Е.И., Кудряшов Е.А., Павлов Е.В., Фадеев А.А., Домарев Н.В. *Универсальный демпфирующий резец*. Пат. 2457078 РФ, МПК В 23 В 27/00, 2012, бюл. № 216, 8 с.
- [12] Новиков С.Г., Малыхин В.В., Кудряшов Е.А., Яцун Е.И., Домарев Н.В. *Демпфирующий резец с регулируемой жесткостью*. Пат. 2479385 РФ, МПК В 23 В 27/00. 2013, бюл. № 11, 9 с.
- [13] Новиков С.Г., Малыхин В.В., Кудряшов Е.А., Яцун Е.И., Павлов Е.В. Повышение устойчивости процесса точения демпфирующим резцом. *Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии*, 2011, № 3(36), с. 122–125.
- [14] Кудряшов Е.А., Смирнов И.М. Применение метода управления режущей частью инструмента для повышения эффективности процесса прерывистого резания. *Известия Юго-Западного государственного университета. Сер. Техника и технологии*, 2013, № 4, с. 23–28.
- [15] Кудряшов Е.А., Яцун Е.И., Павлов Е.В., Ремнев А.И. Методология формирования режущей части энергосберегающих комбинированных инструментов. *Машиностроение и техносфера XXI века. Тр. XVIII Междунар. науч.-техн. конф.*, 12–17 сентября 2011 г., Донецк, ДонНТУ, 2011, т. 3, с. 231–234.
- [16] Кудряшов Е.А., Алтухов А.Ю., Лунин Д.Ю., Фомичев Е.Н. Технологические преимущества инструментального материала композит при обработке конструктивно сложных поверхностей. *Известия ВолгГТУ*, 2010, № 12, с. 15–20.
- [17] Sahin Y. Comparison of tool life between ceramic and cubic boron nitride (CBN) cutting tools when machining hardened steels. *Journal of materials processing technology*, 2009, т. 209, № 7, pp. 3478–3489.
- [18] Смирнов И.М. *Повышение эффективности процессов механической обработки конструктивно сложных деталей машин*. Москва, Триумф, 2012. 224 с.
- [19] Кудряшов Е.А., Емельянов С.Г., Яцун Е.И. *Технологическое оснащение процессов изготовления конструктивно сложных деталей*. Старый Оскол, Изд-во ТНТ, 2013. 268 с.

## References

- [1] Kudriashov E.A., Smirnov I.M. Klassifikatsiia konstruktivno slozhnykh poverkhnostei detalei kak podgotovitel'nyi etap proektirovaniia tekhnologii mekhanicheskoi obrabotki [Classification of structural complex parts surfaces as preparatorystage design technology machining]. *Fundamental'nye i prikladnye problemy tekhniki i tekhnologii* [Fundamental and applied problems of technics and technology]. 2015, no. 2(310), pp. 89–94.
- [2] Kudriashov E.A. Vybór bazovoi detali dlia eksperimental'nogo issledovaniia metoda obrabotki konstruktivno slozhnykh vintovykh poverkhnostei detalei klassa «valy» [The choice of the basic details for the experimental investigation of the processing method is structurally complex spiral surfaces of the components of the shafts]. *Izvestiia IuZGU* [Proceedings of the South-West State University]. 2014, no. 6(57), pp. 26–32.
- [3] Carou D., Rubio E.M., Davim J.P. Discontinuous cutting: failure mechanisms, tool materials and temperature study — a review. *Reviews on Advanced Materials Science*, 2014, vol. 38, no. 2, pp. 110–124.
- [4] Kudriashov E.A., Smirnov I.M., Iatsun E.I. Vybór instrumental'nogo obespecheniia protsessov chistovoi obrabotki konstruktivno slozhnykh poverkhnostei [Selection of tooling backup of finishing processes of highly engineered surfaces of parts]. *Naukoemkie tekhnologii v mashinostroenii* [Science Intensive Technologies in Mechanical Engineering]. 2014, no. 12(42), pp. 10–14.
- [5] Smirnov I.M. *Instrumental'noe obespechenie protsessov mekhanicheskoi obrabotki konstruktivno slozhnykh detalei mashin* [Tool maintenance processes of mechanical processing of structurally complex components of machinery]. Moscow, Triumf publ., 2014. 128 p.
- [6] Stahl J.E. *Metal cutting — Theories and models*. Lund, Lund University, 2012. 580 p.

- [7] De Vos P. *Applied metal cutting physics — Best practice*. Fagersta, SECO Tools AB, 2016. 163 p.
- [8] Altintas Y. *Manufacturing automation: metal cutting mechanics, machine tool vibrations, and CNC design*. New York, Cambridge University Press, 2012. 366 p.
- [9] Kudriashov E.A., Smirnov I.M. Poisk optimal'nykh reshenii pri proektirovanii protsessov mekhanicheskoi obrabotki [Search of ultimate solutions in the design of machining processes]. *Sistemy. Metody. Tekhnologii* [Systems. Methods. Technologies]. 2014, no. 3(23), pp. 94–98.
- [10] Kudriashov E.A., Smirnov I.M. Primenenie metoda upravleniia rezhushchei chast'iu instrumenta dlia povysheniia effektivnosti protsessa preryvistogo rezaniia [Application of a method of management by cutting part of the tool for increase of efficiency of process of faltering cutting]. *Izvestiia IuZGU. Seriia. Tekhnika i tekhnologii* [Proceedings of the Southwest State University. Technics and Technologies]. 2013, no. 4, pp. 23–28.
- [11] Novikov S.G., Malykhin V.V., Iatsun E.I., Kudriashov E.A., Pavlov E.V., Fadeev A.A., Domarev N.V. *Universal'nyi dempfiruiushchii rezets* [Universal damping cutter]. Patent RF no. 2457078, 2012, 8 p.
- [12] Novikov S.G., Malykhin V.V., Kudriashov E.A., Iatsun E.I., Domarev N.V. *Dempfiruiushchii rezets s reguliruemoi zhestkost'iu* [Damping cutter with controlled rigidity]. Patent RF no. 2479385, 2013, 9 p.
- [13] Novikov S.G., Malykhin V.V., Kudriashov E.A., Iatsun E.I., Pavlov E.V. Povysenie ustoichivosti protsessa tocheniia dempfiruiushchim reztsom [Improving the stability of turning cutters damping]. *Izvestiia Iugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Tekhnika i tekhnologii* [Proceedings of the Southwest State University. Technics and Technologies]. 2011, no. 3(36), pp. 122–125.
- [14] Kudriashov E.A., Smirnov I.M. Primenenie metoda upravleniia rezhushchei chast'iu instrumenta dlia povysheniia effektivnosti protsessa preryvistogo rezaniia [Application of a method of management by cutting part of the tool for increase of efficiency of process of faltering cutting]. *Izvestiia Iugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Tekhnika i tekhnologii* [Proceedings of the Southwest State University. Technics and Technologies]. 2013, № 4, с. 23–28.
- [15] Kudriashov E.A., Iatsun E.I., Pavlov E.V., Remnev A.I. Metodologiya formirovaniia rezhushchei chasti energosberegaiushchikh kombinirovannykh instrumentov [The methodology of forming the cutting part of the combined energy-saving tools]. *Trudy 18 Mezhd. nauch.-tekhn. konf. «Mashinostroenie i tekhnosfera 21 veka»* [Proceedings of the 18 Int. scientific.-tech. Conf. «Machine building and techno sphere of the 21 century»]. 12–17 September 2011, Donetsk, DonNTU publ., 2011, vol. 3, pp. 231–234.
- [16] Kudriashov E.A. Tekhnologicheskie preimushchestva instrumental'nogo materiala kompozit pri obrabotke konstruktivno slozhnykh poverkhnostei [The technological advantages of the tool material composite when processing structurally complex surfaces]. *Izvestiia VolgGTU* [Izvestiya VolgSTU]. 2010, no. 12, pp. 15–20.
- [17] Sahin Y. Comparison of tool life between ceramic and cubic boron nitride (CBN) cutting tools when machining hardened steels. *Journal of materials processing technology*, 2009, vol. 209, no. 7, pp. 3478–3489.
- [18] Smirnov I.M. *Povysenie effektivnosti protsessov mekhanicheskoi obrabotki konstruktivno slozhnykh detalei mashin* [Improving the efficiency of processes of mechanical processing of structurally complex components of machinery]. Moscow, Triumf publ., 2012. 224 p.
- [19] Kudriashov E.A., Emelianov S.G., Iatsun E.I. *Tekhnologicheskoe osnashchenie protsessov izgotovleniia konstruktivno slozhnykh detalei* [Technological equipping processes of manufacturing structurally complex parts]. Staryi Oskol, TNT publ., 2013. 268 p.

Статья поступила в редакцию 30.11.2017

## Информация об авторах

**КУДРЯШОВ Евгений Алексеевич** (Балашиха) — доктор технических наук, профессор. АО «Научно-исследовательский инженерный институт» (143912, Балашиха, Московская область, Российская Федерация, шоссе Энтузиастов, д. 6, e-mail: kea-swsu@mail.ru).

**СМИРНОВ Игорь Михайлович** (Балашиха) — доктор технических наук, доцент. АО «Научно-исследовательский инженерный институт» (143912, Балашиха, Московская область, Российская Федерация, шоссе Энтузиастов, д. 6, e-mail: i.m.smirnov@aoniii.ru).

## Information about the authors

**KUDRYASHOV Evgeniy Alekseevich** (Balashikha) — Doctor of Science (Eng.), Professor. AO Research Engineering Institute (143912, Balashikha, Russian Federation, Shosse Entuziastov, Bldg. 6, e-mail: kea-swsu@mail.ru).

**SMIRNOV Igor Mikhailovich** (Balashikha) — Doctor of Science (Eng.), Associate Professor. AO Research Engineering Institute (143912, Balashikha, Russian Federation, Shosse Entuziastov, Bldg. 6, e-mail: i.m.smirnov@aoniii.ru).



В Издательстве МГТУ им. Н.Э. Баумана  
вышло в свет учебное пособие  
**К.Е. Амелиной, Б.Н. Коробца, А.А. Кравченко**

### «Охрана IT-решений: интернет-сайты»

Описаны виды информационно-телекоммуникационных сетей, рассмотрены структура и принципы работы сети Интернет, основные принципы регулирования отношений в сети Интернет, а также связанные с этим сложности. Раскрыто понятие «интернет-сайт» с точки зрения науки и техники, законодателя. Проанализированы особенности отдельных видов контента. Рассмотрены основные режимы интернет-сайта, выявлены их достоинства и недостатки. Сформулированы основные требования к интернет-сайтам, которые можно рассматривать в качестве самостоятельных результатов интеллектуальной деятельности.

Для студентов высших учебных заведений. Может быть интересно широкому кругу читателей, стремящихся получить и усовершенствовать свои знания в сфере управления интеллектуальной собственностью.

**По вопросам приобретения обращайтесь:**

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5, стр. 1.  
Тел.: +7 499 263-60-45, факс: +7 499 261-45-97;  
press@bmstu.ru; www.baumanpress.ru