

---

# Инструменты из сверхтвёрдых материалов для обработки резанием

А.В. Трегубов

В последние годы в машиностроении и других отраслях промышленности растёт производство и применение лезвийных режущих инструментов из синтетических сверхтвёрдых материалов (СТМ) - поликристаллических алмазов (ПКД) и кубического нитрида бора (КНБ).

Это связано с широким внедрением новых технологий обработки: высокоскоростная обработка резанием, обработка металлов в закаленном состоянии, экологически чистая сухая обработка без применения СОЖ. Инструменты из СТМ являются наиболее эффективными при обработке различных композиционных материалов, доля которых непрерывно растёт, а так же при обработке труднообрабатываемых алюминиевых сплавов.

Традиционно сложившаяся область применения инструмента из КНБ - это чистовая и получистовая обработка серых, высокопрочных и отбеленных чугунов, а так же закаленных сталей. Инструменты из ПКД используется для обработки сплавов на основе цветных металлов, древесно-стружечных материалов.

Благодаря своим уникальным свойствам (красностойкость КНБ до 1800 С, твердость КНБ в 3-4 раза, а ПКД в 4-6 раз выше чем у твердых сплавов) инструменты из СТМ обеспечивают повышение производительности обработки до 5 раз по сравнению с твердосплавным инструментом в основном за счет увеличения скорости резания ( в некоторых случаях скорость возможно повысить до 10 раз). Лезвийным инструментом из КНБ можно обрабатывать закаленные стали и чугуны твердостью до 70 HRC, т.е. материалы которые можно было обрабатывать только шлифованием.

В России ЗАО «Завод Композит» одним из первых освоил производство режущего инструмента, оснащенного сверхтвёрдыми материалами на основе нитрида бора: композит 01 (Эльбор-Р), композит 10 ( Гексанит- Р), композит 05ИТ, композит КПЗ, композит КОЗ, двухслойные поликристаллы и др.

Используя СТМ, завод выпускает следующие виды лезвийного инструмента:

- резцы и режущие вставки с механическим креплением сменных режущих пластин;
- резцы с механическим креплением режущих вставок, оснащенных неразъёмно закрепленными режущими элементами из СТМ;
- резцы, режущие вставки и ножи для фрез, оснащенные неразъёмно закрепленными режущими элементами из СТМ;
- резцы расточные для координатно-расточных станков;
- сменные режущие пластины из СТМ и твердосплавные с напайным режущим элементом из СТМ.

Этот инструмент применяется для чистового и получистового обтачивания и растачивания закаленных сталей твердостью до 67HRC, чугунов любой твердости, вплоть до отбеленных , твердых сплавов с содержанием кобальта больше 15%, сплавов на основе меди и алюминия.

Завод серийно выпускает токарные сборные резцы с неперетачиваемыми пластинами и вставками, оснащенными СТМ на основе нитрида бора:

- проходные и упорные, прямые и отогнутые;

- 
- резец токарный проходной с квадратной неперетачиваемой пластиной;
  - резец токарный проходной с трехгранной неперетачиваемой пластиной;
  - подрезные: резец токарный подрезной со вставками;
  - расточные для сквозных и глухих отверстий;
  - резец токарный расточной с квадратной неперетачиваемой пластиной;
  - резец токарный расточной с трехгранной неперетачиваемой пластиной;
  - резец токарный расточной с круглой неперетачиваемой пластиной;
  - резец токарный расточной со вставками:
    - отрезные;
    - канавочные;
    - резьбовые;
    - чистовые широкие.

В ОАО «ВНИИИНСТРУМЕНТ» разработана и стандартизирована гамма инструмента из СТМ.

Токарные, в т.ч. расточные с механическим креплением круглых, квадратных, ромбических и трехгранных пластин предназначенные для всех видов токарной обработки. Аналогичный типаж резцов выпускается с механическим креплением вставок с напаянными пластинами из СТМ. Для растачивания (сквозных и глухих) малых отверстий ( $D \geq 3$ мм) предназначены координатно-расточные резцы с напаянными пластинами из СТМ. Расточные двузубые регулируемые головки изготавливаются для расточки отверстий от 58 до 130 мм. Головки оснащаются квадратными или круглыми СТМ пластинами.

Создана полная гамма торцовых фрез с пластинами из СТМ. В диапазоне диаметров 20...63 мм фрезы изготавливаются хвостовыми. Они оснащаются круглыми и ромбическими пластинами для обработки открытых и ступенчатых поверхностей соответственно. Нерегулируемые насадные торцовые фрезы изготавливаются в диапазон диаметров 80... 160 мм и оснащаются круглыми, квадратными и ромбическими пластинами. В этих фрезах, как и во всех остальных фрезах больших диаметров, использован кассетный принцип конструкции, позволяющий на одном корпусе (путем смены кассет) использовать пластины различных форм, размеров и даже варьировать их геометрические параметры.

Торцовые фрезы с осевой регулировкой кассет охватывают диапазон диаметров 125...800мм. Осевое регулирование кассет производится с помощью клиновых сухарей. Конструкция позволяет обеспечить торцовое биение режущих кромок пластин в пределах 0,005 мм. Существует модификация этих фрез, позволяющая использовать в одном корпусе пластины не только из СТМ, но и из режущей керамики и твердого сплава.

Разработаны фрезы с осевой и радиальной регулировкой  $D$  160...630 мм и конструкция фрез с осевой, радиальной и угловой регулировкой кассет. Угловая регулировка кассет нужна при использовании режущих пластин с зачистными кромками, которые должны быть ориентированы строго параллельно обрабатываемой поверхности.

Стремительное расширение областей применения лезвийного инструмента из СТМ во всех промышленно развитых странах в настоящее время при точении, фрезеровании, сверлении, развертывании, растачивании, резке деталей из чугунов и закаленных сталей, цветных сплавов, новейших труднообрабатываемых композиционных материалов и сплавов объясняется устойчивой тенденцией автоматизации технологических процессов не только в массовом и крупносерийном, но и, главным образом, в серийном, мелкосерийном и даже в единичном производстве, дающих приблизительно 75% всей машиностроительной продукции.

Основой эффективного применения инструмента из СТМ в автоматизированных процессах на

---

станках с ЧПУ, обрабатывающих центрах, ГАП, автоматических линиях является возможность реализации оптимальных для СТМ высоких скоростей резания.

По данным ВНИИИНСТРУМЕНТ годовая потребность российского рынка в инструментах из СТМ к 2016 году оценивается в 15...20 млн. долларов США. Однако в настоящее время отечественное производство и потребление не превышает 5% от указанной потребности. Одним из определяющих условий преодоления этого отставания является применение современного высокоскоростного оборудования повышенной жесткости и точности; такое оборудование выпускают и отечественные ведущие станкостроительные фирмы.

Основные преимущества обработки закаленных материалов инструментом из СТМ:

- высокая производительность за счет высоких скоростей резания и снижения вспомогательного времени;
- высокая гибкость применения;
- процесс не требует высоких компетенций рабочих;
- нет прижогов;
- минимальные коробления заготовок;
- экологически чистый процесс обработки.

Таким образом, можно сказать, что режущий инструмент из композиционных материалов выводит обработку на новые уровни производительности. Резко увеличивается скорость обработки при прочих равных условиях, обеспечиваются соответствующие увеличение минутной подачи инструмента, т.е. производительности процесса, а так же уменьшения силы резания, наклепа и шероховатости обработанной поверхности, а значит, увеличение точности и качества обработки.

Литература

1. Григорьев С.Н., Маслов А.Р., Схиртладзе А.Г. Обеспечение качества деталей при обработке резанием в автоматизированных производствах: учебник/ С.Н. Григорьев и др.- Старый Оскол: ТНТ,2012.- 412с.
2. [http://prep-surina.narod.ru/news/tverdoe\\_tochenie/2014-02-08-1\\_](http://prep-surina.narod.ru/news/tverdoe_tochenie/2014-02-08-1_)
3. <http://R-sm.ru/about/articles/obrabotka-tyordym-tocheniem>.