

содержащие слои отличаются высоким качеством как по высоте напыленного слоя, так и по границе раздела со сталью.

Таким образом, получены следующие результаты при напылении тугоплавких порошков сверхзвуковым плазмотроном: сформирована плотная композиционная структура основного слоя различных составов покрытий (содержащих оксиды и бориды Ti, Cr, Al, Si, Zr); граница раздела сталь – напыленный слой характеризуется также высоким качеством и композиционной структурой. Впервые получены плазменные покрытия из боридных порошков без материала связки.

**УДК 621.9**

## **ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ «ТВЕРДОЕ» ТОЧЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ СПЛАВОВ**

**С.А. Клименко, Ю.А. Мельнийчук, А.С. Мановицкий, А.С. Манохин**  
*Институт сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля*  
*НАН Украины, Киев*

*Представлены практические примеры высокоэффективного «твердого» точения деталей из закаленных сталей, высокомарганцовистой стали, отбеленных чугунов, твердых сплавов, с наплавленным и напыленным покрытием инструментами, оснащенными ПСТМ на основе КНБ.*

Для лезвийной обработки деталей из труднообрабатываемых сплавов эффективно применение резцов, оснащенных поликристаллическими сверхтвердыми материалами (ПСТМ) на основе кубического нитрида бора (КНБ). Они обеспечивают шероховатость  $Ra$  0,32 – 0,63, что в ряде случаев позволяет исключить процесс шлифования. Такая технология получила название – «твердое точение». В сравнении со шлифованием «твердое точение» обеспечивает увеличение производительности в 3 – 4 раза, позволяет существенно снизить энерго- и трудозатраты, расходы на оборудование и инструмент, повышает экологическую безопасность производства.

В Институте сверхтвердых материалов им. В.Н. Бакуля НАН Украины (ИСМ) разработаны ПСТМ «киборит» и «борсинит», организовано производство сменных многогранных неперетачиваемых пластин (СМНП) из них (формо-размеры соответствуют стандарту ISO 1832–85) и инструментов на их основе.

Ниже представлены примеры высокоэффективной обработки деталей из труднообрабатываемых сплавов разработанным инструментом.

**Обработка деталей из закаленных сталей.** Режущие инструменты, оснащенные ПСТМ, эффективно обрабатывают, допуская удары, детали из закаленных сталей ХВГ, ШХ 15 твердостью 60... 63 HRC со скоростью резания до 2,5... 3,0 м/с.

Инструменты с режущими пластинами SNMN 090306 и 120408 позволяют реализовать при обработке длинномерных деталей технологию «бреющего точения», при которой обработка производится с подачами до 0,7 мм/об и обеспечивается получение обработанной поверхности с шероховатостью  $Ra$  0,5... 1,2. Использование квадратных режущих пластин обеспечивает 8 периодов стойкости по 40... 90 мин, что позволяет выполнять обработку крупногабаритных изделий с экономным расходом режущего инструмента.

В сравнении с чистовым точением бочки прокатного вала из стали 9ХС (55... 58 HRC) инструментом, оснащенным ПСТМ на основе КНБ «композит 10» или керамикой ВОК 71, разработанный инструмент и технология «бреющего точения» обеспечивает повышение объемной и поверхностной производительности в 3,37 и 8,4 раза соответственно.

**Обработка деталей из высокомарганцевистой стали.** Для обработки деталей из литой стали 110Г13Л разработаны пластины круглой формы из ПСТМ «киборит», которые позволяют эффективно обрабатывать различные поверхности, как по корке, так и после ее удаления. При точении по корке со скоростями резания 1,20... 1,67 м/с, подачами 0,3... 0,4 мм/об и глубиной резания до 8... 9 мм стойкость резца составляет 120... 180 мин. Обработка торцевой поверхности, имеющей неровности от плазменной отрезки литников, производится со скоростями резания 0,7... 0,8 м/с, подачами 0,25... 0,35 мм/об и глубиной резания до 6... 7 мм. Стойкость инструмента составляет 60... 90 мин.

Полная обработка брони из стали 110Г13Л конусной дробилки производится одним инструментом с режущей пластиной RNUN 190700Т, используя всю рабочую длину ее режущих кромок (10... 12 периодов стойкости), без смазочно-охлаждающих технологических сред и без введения в зону резания дополнительных видов энергии. Сравнение обработки брони твердосплавным инструментом, твердосплавным инструментом с плазменным подогревом и инструментом с пластиной из ПСТМ «киборит», показывает, что в последнем случае:

- в 5...7 раз повышается производительность обработки и в 2... 3 раза увеличивается стойкость инструмента;
- производительность обработки приближает к производительности плазменно-механической обработки, при меньшем расходе энергии и лучших условиях труда.

**Обработка наплавленных и напыленных деталей.** При обработке деталей с покрытиями высокую работоспособность имеют инструменты, оснащенные режущими пластинами из ПСТМ «киборит» и «борсинит». Выполняется как чистовая обработка, так и точение непосредственно по дефектной корке покрытия. Промышленные испытания показали, что резцы успешно обрабатывают детали, восстановленные наплавкой материалами мартенситного класса твердостью 40... 60 HRC, напылением с последующим оплавлением покрытий из порошков ПС-12НВК2-01 (65 % ПГ-10Н-01 + 35 % WC), ПГ-СР3, ПГ-СР4, ПГ-ХН80С4Р4, ПН85Ю15, а также напылением проволоками 65Г, 40Х13 и другими материалами.

**Обработка деталей из отбеленного чугуна.** На многих металлургических заводах для обработки прокатных валков из отбеленного чугуна используются вальцетокарные станки с ЧПУ. Эти станки оснащаются резцами с механическим креплением круглых пластин из керамики, которые обрабатывают валки с режимами резания:  $v = 0,3... 0,4$  м/с;  $S = 0,12$  мм/об;  $t = 0,3... 0,5$  мм. Стойкость пластин составляет 1... 2 прохода по бочке валка.

Для точения валков разработаны режущие пластины (RB, C, PMH) из ПСТМ «борсинит» и оригинальная конструкция резца с их механическим креплением. Конструкция обеспечивает возможность работы инструмента при резании на дуге более 180°. Все проходы (черновые и чистовые) проводятся без переустановки режущей пластины. Сравнение результатов испытаний резцов с ПСТМ и керамическим инструментом показало значительное преимущество первых:

- по производительности обработки в 4... 5 раз;
- по стойкости в 3,0... 3,5 раза.

Резцы позволяют обрабатывать валки, как по бочке, так и по ручьям, с режимами резания:  $v = 1,2$  м/с – на черновых проходах и 1,4 м/с – на чистовом проходе;  $S = 0,2$  мм/об;  $t = 1,5$  мм – на черновых проходах и 0,2 мм – на чистовом.

**Обработка деталей из твердого сплава.** Инструмент, оснащенный ПСТМ «борсинит», позволяет обрабатывать арматуру прокатных валков из твердых сплавов ВК25, ВК30. При работе со скоростями резания 0,2... 0,3 м/с режущий инструмент до износа по задней поверхности 0,25 мм обрабатывает 3 детали по 120 мм с 5-ю ручьями в каждой.

Приведенные примеры показывают высокую эффективность и широкие возможности инструментов, оснащенных ПСТМ. Ряд разработок ИСМ использовался и используется в настоящее время на ведущих предприятиях Республики Беларусь – Минском и Белорусском автомобильных заводах, Белорусском металлургическом заводе и др.