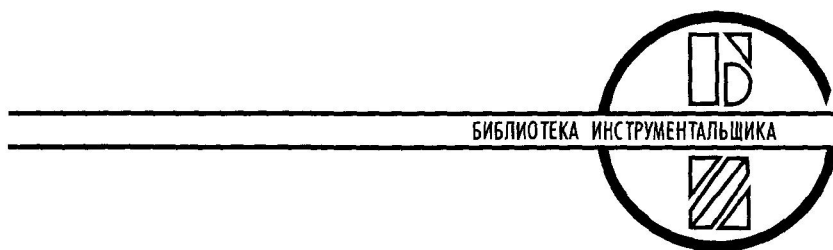




БИБЛИОТЕКА ИНСТРУМЕНТАЛЬЩИКА

Инструменты из сверхтвердых материалов



Инструменты из сверхтвердых материалов

Под редакцией
академика НАН Украины **Н.В. Новикова**,
д-ра техн. наук **С.А. Клименко**

2-е издание, переработанное и дополненное



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 2014

УДК 621.9.025.7

ББК 34.63

И70

Коллектив авторов: Богатырева Г.П., Бурыкин В.В., Гаргин В.В.,
Гурвич Р.А., Девин Л.Н., Дуб С.Н., Клименко С.А., Колейкина М.Ю.,
Лавриненко В.И., Лошак М.Г., Майстренко А.Л., Манохин А.С.,
Мельничук Ю.А., Никитин Ю.И., Новиков Н.В., Пасичный О.О.,
Пашенко Е.А., Петасюк Г.А., Полушин Н.И., Рыжов Ю.Э., Рябченко С.В.,
Соколов А.Н., Сороченко В.Г., Сохань С.В., Стахнив Н.Е., Федосеев Л.А.,
Филатов Ю.Д., Химач О.В., Шейкин С.Е., Шейко М.Н., Шепелев А.А.,
Шило А.Е., Шульженко А.А.

Рецензент: к.т.н. *Боровский Г.В.* — генеральный директор
ОАО «ВНИИинструмент», председатель правления Ассоциации
«Станкоинструмент», заслуженный машиностроитель России

Инструменты из сверхтвердых материалов / под. ред.
И70 Н.В. Новикова и С.А. Клименко. — Изд. 2-е, перераб. и
доп. — М.: Машиностроение, 2014. — 608 с.: ил. (Б-ка инстру-
ментальщика)

ISBN 978-5-94275-703-8

Обобщен опыт производства и применения инструментов из сверхтвердых материалов (СТМ) — алмаза и алмазоподобного кубического нитрида бора. Систематизированы знания из области материаловедения СТМ, их производства, детально описаны абразивные и лезвийные инструменты из СТМ, обоснованы предпочтительные области и эффективность применения таких инструментов, показаны возможности дальнейшего развития их производства исходя из потребностей технического прогресса.

Издание 2-е (1-е изд. 2005 г.) переработано и дополнено в соответствии с современными достижениями в области материаловедения и производства инструментов.

Для технологов по механической обработке, специалистов-инструментальщиков, может быть полезна преподавателям, аспирантам и студентам машиностроительных вузов.

УДК 621.9.025.7

ББК 34.63

ISBN 978-5-94275-703-8 © ООО «Издательство Машиностроение», 2014

Перепечатка, все виды копирования и воспроизведения материалов, опубликованных в данной книге, допускаются только с разрешения издательства и со ссылкой на источник информации.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	10
Глава 1. Инструментальные сверхтвердые материалы (<i>Н.В. Новиков, С.Н. Дуб, Л.Н. Девин</i>)	12
1.1. Физико-механические свойства СТМ.	12
1.2. Общая классификация СТМ	27
1.3. Области применения инструментальных СТМ	33
Глава 2. Получение сверхтвердых материалов (<i>А.А. Шульженко, А.Н. Соколов, Гаргин В.В.</i>)	35
2.1. Синтетический алмаз.	35
2.2. Кубический нитрид бора	46
2.3. Поликристаллические СТМ.	52
2.4. Алмазный материал, полученный CVD-методом.	60
2.5. Гибридные сверхтвердые материалы	65
Глава 3. Порошки из синтетического алмаза и кубического нитрида бора (<i>Г.П. Богатырева, Г.А. Петасюк</i>)	72
3.1. Извлечение алмаза из продукта синтеза	75
3.2. Шлифпорошки из синтетического алмаза	78
3.3. Микро- и субмикрпорошки из синтетического алмаза	89
3.4. Нанопорошки синтетического алмаза	93
3.5. Порошки кубического нитрида бора	95
3.6. Компьютерно-аналитические методы экспресс-диагностики характеристик порошков СТМ.	96
3.6.1. Адекватность значений характеристик порошков СТМ и методы количественной ее оценки.	97
3.6.2. Экстраполяционно-аффинная 3D-модель зерна порошков СТМ, ее инженерия и приложения.	100
3.6.3. Компьютерно-аналитическое определение количества и среднего значение угла заострения режущих кромок зерен, ситовой зернистости и показателей ситового зернового состава порошков СТМ	103
Глава 4. Методы испытаний инструментальных СТМ (<i>Н.В. Новиков, М.Г. Лошак</i>)	105
4.1. Определение характеристик алмазных порошков	105
4.1.1. Основные характеристики	105
4.1.2. Специальные характеристики	116
4.2. Определение характеристик cBN-порошков	120

4.3.	Корпуса и державки для инструментов на основе СТМ	122
4.4.	Технологические (производственные) испытания СТМ	123
4.4.1.	Приемо-сдаточные испытания	124
4.4.2.	Периодические испытания	125
4.4.3.	Сертификационные испытания	126
Глава 5.	Виды инструментов на основе СТМ (А.А. Шенелев).	128
5.1.	Инструменты с рабочей частью из моно- и поликристалла СТМ	128
5.2.	Инструменты с рабочей частью, содержащей порошки СТМ	131
5.3.	Абразивные инструменты с агрегатами и поликристаллическими СТМ	135
Глава 6.	Лезвийные инструменты из СТМ (С.А. Клименко, Л.Н. Девин, М.Ю. Копейкина, Ю.А. Мельничук, А.С. Манохин)	138
6.1.	Виды лезвийных инструментов из СТМ	138
6.1.1.	Крепление режущих элементов в корпусе инструмента	139
6.1.2.	Режущие пластины и вставки из СТМ	144
6.1.3.	Резцы с режущими элементами из СТМ	147
6.1.4.	Фрезы с режущими элементами из СТМ	153
6.1.5.	Инструменты для обработки отверстий	157
6.2.	Изготовление режущих элементов из СТМ	159
6.2.1.	Разрезка заготовок поликристаллических СТМ и монокристаллов алмаза	159
6.2.2.	Алмазно-абразивная обработка моно- и поликристаллических СТМ	164
6.3.	Особенности эксплуатации инструментов с режущими элементами из СТМ	190
6.3.1.	Инструменты с режущими элементами из природного алмаза	190
6.3.2.	Инструменты с режущими элементами из синтетического алмаза	203
6.3.3.	Инструменты с режущими элементами из ПСТМ на основе плотных модификаций нитрида бора	210
6.3.4.	Повышение эффективности обработки инструментами, оснащенными ПСТМ на основе cBN	216
6.4.	Алмазное микроточение деталей оптики	223
6.5.	Оценка работоспособности инструментов из ПСТМ	225
6.6.	Области эффективного применения режущих инструментов с рабочими элементами из СТМ	233
6.6.1.	Применение алмазных инструментов	233
6.6.2.	Применение инструментов с режущими элементами из ПСТМ на основе cBN	236

Глава 7. Алмазно- и cBN-абразивные инструменты	
<i>(А.А. Шепелев, Е.А. Пащенко, О.О. Пасичный)</i>	242
7.1. Конструкции алмазно- и cBN-абразивных инструментов	242
7.1.1. Композиты на металлической связке	250
7.1.2. Композиты на гальванической связке	257
7.1.3. Композиты на органической связке	260
7.1.3.1. Композиты каучукоподобной связке	268
7.1.3.2. Композиты на силоксаной связке	271
7.1.3.3. Композиты, адаптирующиеся к условиям нагружения	277
7.1.4. Композиты на керамической связке	287
7.1.5. Инструменты с упорядоченным расположением зерен СТМ.	296
7.2. Эффективность применения алмазно- и cBN-абразивных инструментов	301
Глава 8. Правящие алмазные инструменты	
<i>(О.В. Химач, М.Н. Шейко)</i>	308
8.1. Технологические особенности изготовления инструментов из СТМ для правки и профилирования шлифовальных кругов.	319
8.2. Методы, условия и режимы эксплуатации. Области применения правящих инструментов и профильных алмазных шлифовальных кругов	321
8.3. Технологические рекомендации по изготовлению алмазных правящих роликов	330
Глава 9. Заточка инструментами из СТМ <i>(А.А. Шепелев)</i>	332
9.1. Особенности заточки инструментов кругами из СТМ.	332
9.2. Способы заточки режущих инструментов	343
9.3. Технологии заточки инструментов кругами из СТМ.	347
9.4. Заточка затупленных буровых коронок ударного действия	362
Глава 10. Инструменты из СТМ для комбинированных методов обработки <i>(В.И. Лавриненко, Р.А. Гурвич)</i>	365
10.1. Шлифовальные круги из СТМ для обработки плоских поверхностей режущих инструментов.	365
10.2. Инструменты для обработки поверхностей вращения.	380
10.2.1. Обработки наружных поверхностей	381
10.2.2. Обработка круглых внутренних поверхностей	382
10.2.3. Инструменты для алмазно-электрохимического сверления	408

Глава 11. Инструменты на основе СТМ для финишной обработки в машиностроении (Н.Е. Стахнив, Ю.И. Никитин, Ю.Э. Рыжов, В.В. Бурькин, С.В. Рябченко, С.Е. Шейкин)	421
11.1. Инструменты для финишной обработки	421
11.2. Суперфиниширование	423
11.2.1. Особенности процесса	423
11.2.2. Инструменты для суперфиниширования	426
11.2.3. Особенности эксплуатации инструментов	427
11.3. Хонингование	428
11.3.1. Сущность процесса	428
11.3.2. Плосковершинное хонингование	430
11.3.3. Инструменты для хонингования	432
11.3.4. Инструмент для обработки мелкоразмерных прецизионных отверстий	435
11.3.5. Особенности эксплуатации хонинговальных инструментов	436
11.3.6. Хонингование отверстий в деталях из закаленных чугунов и сталей	438
11.3.7. Хонингование эластичными брусками	440
11.3.8. Технологические среды для хонингования	441
11.4. Обработка лентами из СТМ и инструментами на их основе	446
11.5. Лепестковые круги из СТМ	454
11.6. Финишная обработка зубчатых колес кругами из СТМ	458
11.7. Инструменты из СТМ для выглаживания и накатывания	466
11.8. Доводочные инструменты	469
11.9. Пасты и суспензии из порошков СТМ	475
11.9.1. Структурные составляющие паст и суспензий	475
11.9.2. Контроль качества паст и суспензий	476
11.9.3. Технические характеристики и назначение паст и суспензий	479
11.9.4. Технология и оборудование для производства паст и суспензий	487
11.9.5. Области применения паст и суспензий из СТМ	492
Глава 12. Инструменты для медицины и обработки изделий медицинского назначения (С.В. Сохань)	504
12.1. Скальпели с режущим лезвием из алмаза и керамики	504
12.1.1. Алмазные скальпели	504
12.1.2. Алмазная заточка керамических скальпелей	505
12.2. Стоматологический алмазный инструмент	506
12.3. Обработка элементов эндопротезов из сапфира, керамических и композиционных материалов алмазным инструментом	507

Глава 13. Инструменты для обработки резины, полимерных композиционных и древесных материалов (<i>В.Г. Сороченко, Л.А. Федосеев</i>)	512
13.1. Совершенствование процессов алмазно-абразивной обработки изделий из композиционных материалов	512
13.2. Алмазные отрезные круги	516
13.3. Алмазные круги и барабаны	519
13.4. Алмазные головки шлифовальные	522
13.5. Алмазные ножовочные полотна	524
13.6. Алмазно-абразивные сверла	524
13.7. Зенковки из сверхтвердых материалов	526
13.8. Режущие инструменты для обработки древесностружечных плит, слоистых пластиков, резины	528
13.8.1. Алмазные барабаны	528
13.8.2. Алмазные отрезные круги	534
13.8.3. Дисковые пилы с алмазно-твердосплавными пластинами	535
13.9. Особенности практического применения инструмента	539
13.9.1. Алмазно-абразивная обработка древесностружечных плит, пластиков и резины	539
13.9.2. Дисковые пилы с алмазно-твердосплавными пластинами для обработки древесностружечных плит	544
13.10. Экологические аспекты алмазно-абразивной обработки полимерных композиционных материалов	548
Глава 14. Инструменты для финишной обработки изделий из стекла и камня (<i>Ю.Д. Филатов</i>).	552
14.1. Конструкции алмазных инструментов	552
14.2. Особенности применения алмазных инструментов при обработке стекла	554
14.3. Обработка изделий из природного и искусственного камня	572
Глава 15. Инструменты для строительной индустрии, горные и буровые породоразрушающие инструменты (<i>А.Л. Майстренко, Н.И. Полушин</i>).	579
15.1. Композиционные алмазосодержащие материалы для породоразрушающих инструментов и методы их спекания	579
15.2. Применение алмазно-твердосплавных гранул в материалах для породоразрушающих инструментов	591
15.3. Инструменты для отрезки, шлифовки, сверления элементов строительных конструкций	593
15.4. Инструменты для разрушения горных пород	601
Список литературы	605