

**СОВРЕМЕННЫЕ СВЕРХТВЁРДЫЕ МАТЕРИАЛЫ,
ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ЛЕЗВИЙНОГО ИНСТРУМЕНТА
ДЛЯ ТОКАРНОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ЗАКАЛЁННОЙ СТАЛИ**

БЕЛОЗЁРОВ Р. Ф.

**(Филиал БрГТУ «Политехнический колледж»;
г. Брест, Республика Беларусь)**

При обработке закалённых цилиндрических деталей твёрдостью 50...55 HRC_э для получения шероховатости поверхности Ra 1,25...0,63 мкм и точности 6-7 квалитетов используют технологический метод обработки – шлифование. Недостатком этого процесса является высокая температура в зоне контакта инструмента и заготовки, что приводит к изменению структуры поверхностного слоя детали, а, следовательно, изменению его физико-механических свойств. Данный недостаток можно избежать применением лезвийного инструмента из сверхтвёрдого материала (далее СТМ), обработка которым заменяет процесс шлифования [1]. Инструменты из СТМ обладают высокой твёрдостью, теплопроводностью, износостойкостью, вибростойкостью, низким коэффициентом трения. Основное распространение из сверхтвёрдых материалов получили инструменты на основе алмазов и кубического нитрида бора (далее с NB).

Сверхтвёрдые материалы делятся на три большие группы [2]. К первой из них относятся монокристаллы СТМ. Ко второй – однородные поликристаллические сверхтвёрдые материалы (далее ПСТМ). К третьей – однородные и неоднородные композиты.

ПСТМ используют в качестве лезвийных инструментов при точении и фрезеровании высокопрочных и высокоабразивных как металлических, так и неметаллических материалов. К металлическим обрабатываемым материалам относятся высокопрочные и закаленные стали, жаропрочные сплавы, а также различные наплавленные материалы. К группе неметаллических материалов относятся алюминиевые сплавы с высоким содержанием кремния, угле- и стеклопластики. При этом наиболее существенно различаются инструменты на основе алмаза и сNB.

Основные физико-механические свойства ПСТМ на основе алмаза и сNB представлены в таблице 1.

Поскольку при дальнейших исследованиях будет рассматривается точение цилиндрических деталей из закалённой стали далее будем рассматривать лезвийный инструмент из СТМ на основе сNB.

Согласно стандарту ISO 1832-2012, композиты на основе сBN делятся на три группы – BN, BL, BC [3].

Как показывает анализ литературных источников [4], наиболее применяемыми материалами на основе cNB являются так называемые композиты, основное обозначение и свойства которых приведены в таблице 2.

Таблица 1. – Физико-механические свойства ПСТМ на основе алмаза и cNB

Физико-механические свойства		ПСТМ на основе	
		алмаза	cNB
Микротвёрдость H_{μ} , ГПа		60–100	30–40
Теплостойкость, К		800	1200
Предел прочности	при изгибе $\sigma_{и}$	0,9–1,0	0,4–1,5
	при сжатии $\sigma_{с}$	0,4–5,0	2,0–6,5

Таблица 2 – Обозначение и основные свойства композитных материалов

Марка	Название	ТвёрдостьHV, ГПа	Теплостойкость, °С
Композит 01	Эльбор-Р	60–80	1100–1300
Композит 02	Белбор	60–90	900–1000
Композит 03	Исмит	60	1000
Композит 05	Композит	70	1000
Композит 09	ПКНБ	60–90	1500
Композит 10	Гексанит-Р	50–60	750–850

Лезвийный инструмент на основе композиционных СТМ для токарной обработки деталей выпускается в виде пластин и вставок. Согласно ГОСТ Р 50300-92 «Резцы токарные со сменными режущими пластинами из сверхтвёрдых материалов» данные резцы предназначены для тонкого, чистового и получистового точения и растачивания деталей из закаленных сталей с твердостью до 62 HRC с точностью обработки по 6–9 квалитетам на станках токарной и расточной групп, станках с ЧПУ и станках, встроенных в автоматические линии. Величина площадки износа резца по задней поверхности в зависимости от угла при вершине не должна превышать при $\epsilon \geq 90^\circ$ 0,11 мм, а при $\epsilon < 90^\circ$ 0,13 мм.

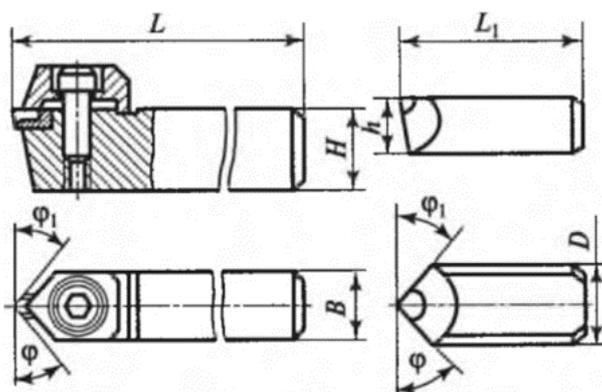


Рисунок. – Резец токарный из СТМ

Передние и задние углы у резцов следует назначать с учетом обеспечения необходимой прочности лезвия. Передний угол (5... 10°) назначают в зависимости от свойств материала заготовки, задний (8...12°).

Требование замены абразивной обработки точением закаленных конструкционных сталей инструментом из композитов ставит задачу оптимизации режимов обработки для конкретных обрабатываемых изделий.

Таблица 3. – Рекомендуемые режимы резания при точении закалённых сталей

Марка композита	Твёрдость стали, HRC _э	Характер процесса резания	Режимы резания			Период стойкости, мин
			v , м/мин	s , мм/об	t , мм	
К01, К02	61–63	без удара	75	0,2	0,8	23
К05	52–54		75	0,1	0,8	52
К10	57–59		75	0,1	0,3	69
К10	57–59	с ударом	60	0,07	0,2	52

В дальнейшем будем рассматривать обработку штока гидроцилиндра из закалённых сталей марок 40 и 40Х обладающими твёрдостью 50–55 HRC_э. Шток гидроцилиндра является одним из важнейших подвижных элементов механизмов различных машин в транспортной отрасли. Он совершает возвратно-поступательные движения под воздействием повышенного давления жидкости в камере и передает усилие на исполнительные органы машин и механизмов. К штоку предъявляются высокие требования по точности изготовления, что может обеспечить токарная обработка лезвийным инструментом из СТМ [5; 6]. Исходя из условий обработки и анализа данных таблиц 2 и 3 наиболее подходящими материалами режущей части инструмента будут следующие марки композитов: К05 (Композит) и К10 (Гексанит-Р). Композиты К01 и К02 в нашем случае использовать не рекомендуется, так как они предназначены для процесса обработки, который носит безударный характер и твёрдость обрабатываемого материала при этом составляет 61–63 HRC_э, что на порядок выше твёрдости наших образцов закалённой стали. В свою очередь композит К10 по сравнению с композитом К05 может работать не только безударно, но и ударно.

Вывод. Целью проведения испытаний является обработка штока из закалённой стали марок 40 и 40Х токарными резцами из композита 10 с определением оптимальных режимов резания: скорости резания, подачи и глубины, при стойкости инструмента не менее 60 минут и обеспечение шероховатости обрабатываемой поверхности не более 0,32 мкм. Рекомендуемый диапазон подач, учитывая возможности оборудования и рекомендации фирмы изготовителя инструмента, предварительно назначим в пределах 0,07–0,15 мм/об, скорость

резания 60–75 м/мин, глубину резания 0,07–0,1 мм. Следующим этапом будет планирование многофакторного двухуровневого эксперимента на основе вышеуказанных исходных данных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Зубарь, В. П. Лезвийная обработка закалённых сталей и чугунов взамен шлифования [Электронный ресурс] / В. П. Зубарь, А. Г. Тимчук, М. В. Чопенко. – Режим доступа: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/20359/1/STvMS_2010_5_Zubar_Lezviynaya.pdf.
2. Новиков Н. В. под ред. Инструменты из сверхтвёрдых материалов / Н. В. Новиков. – М.: Машиностроение, 2005. – 555 с.
3. Клименко, С. А. Технологические возможности токарных инструментов из поликристаллических сверхтвёрдых композитов на основе cBN / С. А. Клименко // Инженер-механик. – 2017. – № 2. – С. 32–33.
4. Мартиновская, О. В. Перспективы применения высокоскоростной обработки материалов на современном этапе развития отрасли / О. В. Мартиновская, В. И. Жорник // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: сборник статей международной научно-технической конференции, Брест, 20–21 окт. 2022 г. – Брест : БрГТУ, 2022. – С. 136–142.
5. Корнеев, В. М. Повышение качества изделий на этапе процесса механической обработки, В. М. Корнеева, С. С. Корнеев // Технология машиностроения – № 10. – 2014. – С. 16–20.
6. Рогов, В. А. Высокоскоростная обработка закалённых заготовок / В. А. Рогов. // Технология машиностроения. – 2014. – № 3. – С. 16–19.