

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ 45 ИНСТРУМЕНТОМ ИЗ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ cBN

О.В. МАРТИНОВСКАЯ, В.П. ГОРБУНОВ

*Брестский государственный технический университет,
г. Брест, Республика Беларусь*

Представлены экспериментальные исследования режущих свойств лезвийного инструмента из cBN–wBN–AlB₂/AlN. Получены зависимости влияния глубины резания на шероховатость обрабатываемой поверхности закалённой стали.

В современном производстве всё более высокие требования предъявляются к качеству обработанных поверхностей деталей. В то же время предприятия нацелены на повышение производительности, экологичности и уменьшению энергозатрат. Высокие требования к точности и шероховатости для большинства поверхностей традиционно предполагают использование операций шлифования, однако, высокая стоимость оборудования и инструмента, большая продолжительность шлифовальных операций делают этот вид обработки сравнительно дорогостоящим. Что касается качества получаемых поверхностей, то высокие температуры в зоне резания могут приводить к изменению структуры, а значит и физико-механических свойств обработанной поверхности. При шлифовании закалённых сталей возможно возникновение прижогов, микро- и макротрещин, шаржирование, царапин, вкраплений разрушившегося абразива [1]. Избежать этих недостатков можно используя в качестве финишной обработки «твёрдое точение». Качество поверхности при использовании высокоскоростной обработки (ВСО) сравнимо с качеством поверхности после шлифования, при этом удельный объём стружки, увеличивается от трёх до пяти раз, а в поверхностном слое возникают сжимающие остаточные напряжения в отличие от вредных растягивающих, остающихся после шлифования [2].

Мировой тенденцией в совершенствовании режущего инструмента, обеспечивающего ВСО материалов твёрдостью 45–62 HRC, является создание и применение материалов на основе сверхтвёрдых материалов (СТМ), к которым относятся алмаз и кубический нитрид бора (cBN). Сегодня всё больше изготовителей обращаются к СТМ, используя их в качестве лезвийного инструмента. Это обусловлено широким внедрением оборудования, позволяющего максимально эффективно использовать инструмент из СТМ. Уникальная комбинация свойств cBN позволяет использовать его в качестве режущего инструмента при обработке труднообрабатываемых материалов и применять в условиях интенсивных истирающих воздействий. Пластинами из поликристаллов cBN преимущественно оснащаются резцы и фрезы, рабо-

тающие в тяжёлых эксплуатационных условиях. Термодинамические особенности полиморфизма нитрида бора позволяют создать большое количество материалов на основе его плотных модификаций. В лаборатории наноструктурных и сверхтвёрдых материалов Объединенного института машиностроения НАН Беларуси синтезированы композиты на основе cBN из порошка гексагонального BN, модифицированного алюминием. Нужно отметить, что полученный материал обладает достаточно высокой твердостью (35–38,5 ГПа) и трещиностойкостью (11,5–12,9 МПа·м^{1/2}) и перспективен для чистовой лезвийной обработки [3].

Цель исследований, проводимых на кафедре "Машиностроение" БрГТУ, - изучение свойств инструмента, оснащённого режущими вставками из материалов на основе cBN: cBN-wBN-AlB₂/AlN и cBN-Al, синтезированных в лаборатории наноструктурных и сверхтвёрдых материалов ОИМ НАН Беларуси. В качестве деталей для исследования выбраны валы, которые в процессе работы подвергаются нагрузкам, вызывающим сложные деформации на кручение, растяжение, изгиб. В статье [4] представлена методика проведения исследований, направленных на выявление возможности замены шлифования штоков гидроцилиндров «твёрдым точением». Образцы для обработки выполнены из стали 45, после закалки ТВЧ твердость поверхностного слоя составляет 45...50 HRC. Диаметр валов 40...45 мм, длина обрабатываемой части 300 мм. Требуемая шероховатость поверхности Ra=0,63. Технологический процесс, используемый на предприятии, предусматривает шлифование за два прохода.

Эксперимент по обработке заготовок методом ВСО проводился на токарно-винторезном станке компании Optimum D460x1000 DPA, относящемся к средним станкам с повышенной плавностью хода и отсутствием вибраций. Радиальное биение шпинделя составляет 0,005 мм, что соответствует условиям «твёрдого точения». Для контроля шероховатости обработанных поверхностей использовали профилометр TR200 компании Time Group Inc. Инструменты для испытаний выполнены в виде прямых проходных резцов со вставками из композитов на основе cBN. Геометрические параметры режущей части приняты: $\gamma = -5^\circ$; $\alpha = 10^\circ$, $r = 0,6$ мм, углы в плане $\phi = 45^\circ$, $\phi_1 = 15^\circ$. Упрочняющая фаска составила $h = 0,2$ мм, $\gamma_\phi = -8^\circ$ [4].

На основании проведённых предварительных испытаний [4], были выбраны следующие режимы обработки: $s_o = 0,049$ мм/об, $v = 167$ м/мин, $t = 0,025 \dots 0,2$ мм. На рисунке 1, в качестве примера, представлен график зависимости шероховатости от глубины резания для композиционного материала cBN-wBN-AlB₂/AlN. Данная зависимость позволяет для рассматриваемой пары материалов с целью обеспечения шероховатости поверхности Ra=0,63 мкм рекомендовать обработку с глубиной резания до 0,075 мм, а для получения шероховатости 1 мкм проводить обработку с глубиной резания 0,2 мм.

Полученные результаты позволяют судить о возможности обработки с требуемой шероховатостью получаемой поверхности, назначать величину припуска и количество проходов при оптимальном соотношении Ra и глубины резания.

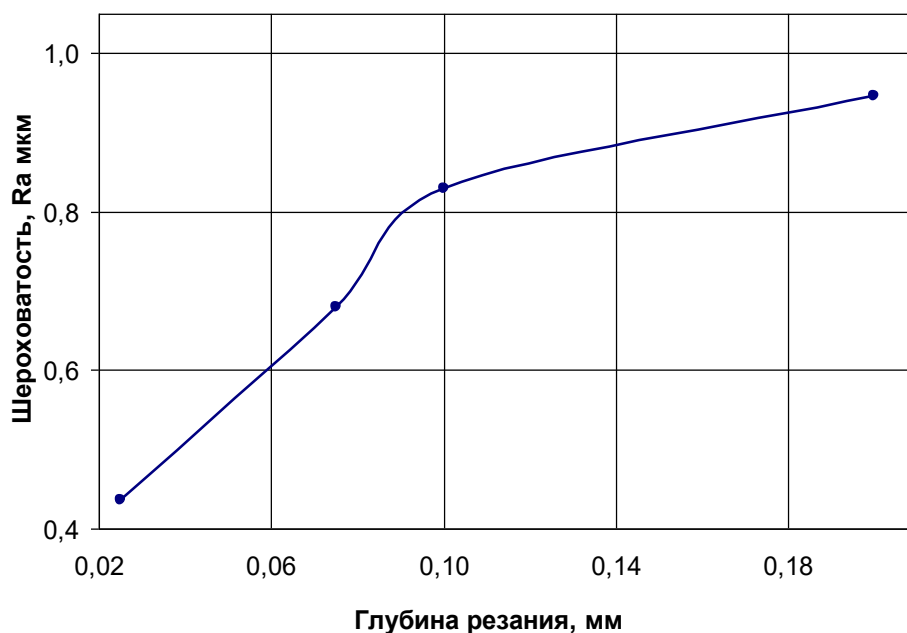


Рисунок 1. – Изменение шероховатости в зависимости от глубины резания композитом cBN-wBN-AlB₂/AlN

Дальнейшие стойкостные испытания инструментов из композитов cBN-Al и cBN-wBN-AlB₂/AlN позволят выявить степень влияния определяющих факторов процесса резания для создания модели изнашивания этих материалов, используемых в качестве рабочей части лезвийных инструментов при «твёрдом точении».

ЛИТЕРАТУРА

1. Зубарь, В. П. Лезвийная обработка закалённых сталей и чугунов взамен шлифования / В.П.Зубарь, А.Г.Тимчук, М.В.Чопенко http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPI-Press/20359/1/STvMS_2010_5_Zubar_Lezviynaya.pdf
2. Рогов, В.А. Высокоскоростная обработка закалённых заготовок. Журнал Технология машиностроения 2014 №3 С.16-19.
3. Мартиновская О.В., Жорник В.И. Перспективы применения высокоскоростной обработки материалов на современном этапе развития отрасли // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: Сборник статей междунар. науч.-техн. конф. /г. Брест, (20-21 октября 2022 г.) – Брест, 2022. – С.136 – 142.
4. Мартиновская О.В., Горбунов В.П., Нерода М.В. Методика испытаний новых сверхтвёрдых материалов на основе cBN в качестве лезвийного инструмента для системной обработки // Новые технологии и материалы, автоматизация производства: Сборник статей междунар. науч.-техн. конф. /г. Брест, (20-21 октября 2022 г.) – Брест, 2022. – С.143 – 147.