

зующие градиентный характер структуры, фазового состава и дефектной субструктуры стали. Установлено, что предпочтительными местами зарождения микротрещин в стали являются границы раздела глобулярные частицы/матрица.

Литература.

1. Шур Е.А. Повреждения рельсов. – М.: Интекст, 2012. – 225 с.
2. Громов В.Е., Козлов Э.В., Базайкин В.И. и др. Физика и механика волочения и объемной штамповки. М.: Недра, 1997. 293 с.
3. Тушинский Л.И., Батаев А.А., Тихомирова Л.Б. Структура перлита и конструктивная прочность стали. Новосибирск: Наука, 1993. 280 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩИХ СВОЙСТВ ОБЪЕМНОГО ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО НИТРИДА ТИТАНА

А.Б. Ким, ст. преп., О.Н. Грибова, маг.

Томский политехнический университет

634050, г. Томск, ул. Тимакова, 12, тел. (38-22)-41-95-39

E-mail: Bogowhich@tpu.ru

Введение

Нитрид титана (TiN) широко используется в различных режущих инструментах благодаря высокой износостойкости. Хотя его использование обычно ограничено тонкими покрытиями или слоями (в многослойных покрытиях), в последнее время появилось несколько исследований, посвященных получению объемного поликристаллического нитрида титана [1, 2]. Плазмодинамическими методами [3], предложенными кафедрой ЭПП ТПУ была реализована возможность получения нанодисперсного порошка для спекания объемного поликристаллического нитрида титана с субмикронной структурой. В настоящей работе представлены результаты по исследованию режущих свойств объемного нитрида титана, использованного в качестве режущих пластин для токарной обработки.

1. Используемые образцы

В качестве основы для керамики использованы ультрадисперсные порошки из нитрида титана со средним размером частиц 30-40 нм, полученные путем прямого плазмодинамического синтеза [3]. Образцы получены методом искрового плазменного спекания. Нагрев осуществлялся с использованием протекающего через графитовую пресс-форму и непосредственно через прессуемый порошкообразный материал импульсного электрического тока. Параметры спекания: усилие прессования, скорость нагрева, температура и время спекания. Следует отметить, что керамические образцы спечены из порошков в начальном агломерированном состоянии. Кроме того, параметры спекания устанавливались произвольно. Плотность спеченной керамики составила примерно 91% от плотности монокристалла нитрида титана. Средняя микротвердость по Виккерсу 1540 МПа [3].

Образцы после спекания имели вид таблеток диаметром 15 мм и толщиной 3 мм. Данные размеры обусловлены имеющимися оснасткой и кривыми спекания. Для проведения стойкостных испытаний из образцов были вышлифованы режущие пластины.

Изначально для образцов был проведен входной контроль: измерение твердости на микротвердомере ПМТ-3 с нагрузкой 2Н и временем выдержки 10 сек. Значения микротвердости образцов приведены в таб. 1.

Таблица 1

Значения микротвердости образцов

Номер образца	Материал	Микротвердость по Виккерсу, МПа
2	TiN	15430
3	TiN	15440
4	TiN	6030
7	TiN	14870
8	TiN	15500
13	TiN	11680
15	TiN+Ti ₅ Si ₃	-
16	TiN+Ti ₅ Si ₃	15280
17	TiN	11550
18	TiN	11210

В виду малых размеров пластин заточка проводилась с использованием специально разработанных приспособлений на универсальном заточном станке 3В642 алмазным кругом АС4 80/63 4 В2-01 03. При заточке в некоторых образцах были обнаружены включения, поры и трещины, свидетельствующие о необходимости оптимизации режимов спекания. В качестве эксперимента образцы 17 и 18 были вырезаны с помощью электроэрозионной обработки.

Одним из важных этапов был выбор геометрических параметров платин. Для металлокерамических инструментов передние углы для пластин определены как отрицательные. На основании этого были выбраны следующие геометрические параметры инструмента: $\gamma = -10^\circ$, $\alpha = 10^\circ$, $\phi = 80^\circ$, $\phi_1 = 10^\circ$, $r = 0,5$ мм.

Крепление пластины к державке осуществляли прихватом сверху без базирования по боковым граням. Ввиду высокой хрупкости пластин прижим осуществлялся через свинцовую прокладку.

2. Эксперимент

Режущие свойства керамических образцов исследовались при точении стали марки 40Х твердостью НВ 176. Все заготовки получены из одного горячекатаного прутка, что обеспечило одинаковые физико-механические свойства.

Из-за отсутствия научно обоснованных рекомендаций по назначению режимов резания, для экспериментов были выбраны режимы, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Режимы резания			
Вариант	Глубина резания, t , мм	Скорость подачи, S , мм/об	Скорость резания, V , м/мин
I	0,2	0,15	115
II	0,2	0,15	230
III	0,5	0,15	230

Испытания пластин начинались с наименьшего режима резания – вариант I, если точение проходило успешно, точение проводилось при режимах II и III.

Поскольку при проведении испытаний необходимо было поддерживать постоянную скорость резания, эксперименты осуществлялось на станках с ЧПУ с плавным регулированием скорости резания.

За критерий работоспособности керамики была принята интенсивность износа. Для измерения износа по задней поверхности спроектировано приспособление, которое позволило контролировать износ непосредственно на станке, не снимая державку с пластиной.

3. Результаты исследования

Испытания вышеуказанных образцов показали следующее. Вследствие малой толщины образцов заточка, а также базирование и закрепление пластин в резце были сопряжены с определенными трудностями. Так же малые размеры пластин привели к многочисленным хрупким разрушениям образцов 2 и 7 при их закреплении в державке резца (рис. 1, а). Вследствие этого, а также низкой твердости образцов 4 и 15 стойкостные испытания были проведены только для шести образцов из десяти. При этом образцы 13, 17 и 18 показали наихудшие режущие свойства, т.к. их стойкость не превысила одной минуты при точении с режимами по первому варианту. При этом износ 17-го и 18-го образцов проходил в виде скальваний вдоль задней поверхности (рис. 1, в, г).

Наилучшие режущие свойства показал образец №16, его стойкость при режимах II и III была в 2-3 раза выше по сравнению с керамикой образцов №3 и №8. Испытания при режимах I были прекращены после одного часа резания ввиду незначительной величины износа. При точении с режимом III износ по задней поверхности образца №3 сопровождался образованием лунки на передней поверхности пластины (см. рис. 1, б).

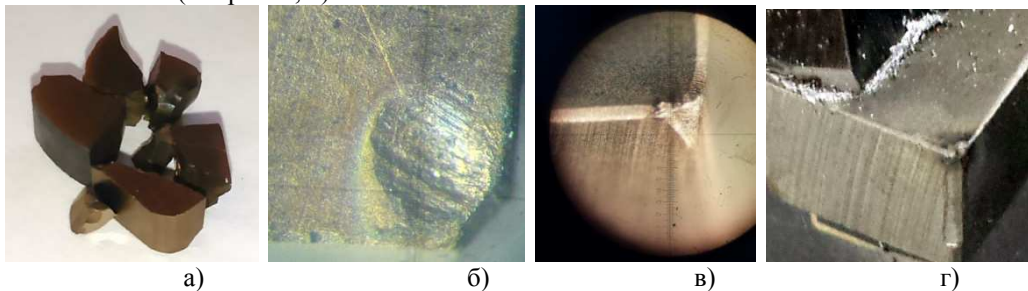


Рис. 1. Изображения изношенных образцов

В целом можно отметить, что режущие свойства опытной TiN керамики удовлетворительные; стойкость на низких скоростях резания сравнима со стойкостью оксидно-карбидной керамики, что свидетельствует о принципиальной возможности применения данного способа синтеза порошка и спекания пластин для получения режущего инструмента. Худшие показатели износостойкости на более высоких скоростях, а также замеченные неоднородности материала по сечению, требуют дальнейших работ по коррекции состава исходного порошка и поиску оптимальных режимов спекания.

Литература.

1. Bulk titanium nitride material obtained from SHS starting powder: Densification, mechanical characterization and tribological approach. J. Russias, S. Cardinal, J. Fontaine, G. Fantozzi, C. Esnouf, K. Bienvenu. International Journal of Refractory Metals & Hard Materials - INT J REFRACT MET HARD MATER 01/2005; 23(4):344-349. DOI:10.1016/j.ijrmhm.2005.05.013
2. Mechanical properties of bulk sintered titanium nitride ceramics. Kuwahara, Hideyuki; Mazaki, Naoko; Takahashi, Makoto; Watanabe, Tomotaro; Yang, Xu; Aizawa, Tatsuhiko. Materials Science and Engineering: A vol. 319-321 December, 2001. p. 687 – 691
3. О возможности реализации полного цикла получения объемного поликристаллического нитрида титана с субмикронной структурой плазмодинамическими методами / А. А. Евдокимов [и др.] // Известия вузов. Физика. - 2012. - Т. 55, № 9. - С. 8-14

ФОРМИРОВАНИЕ КОМПОЗИЦИИ «МЕТАЛ-ПОЛИМЕР» НА ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

*В.А. Клименов**, д.т.н., профессор, *К.В. Зайцев***, к.т.н., доцент, *В.Ю. Борозна****, к.т.н., ведущий инженер **Томский государственный архитектурно-строительный университет
634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

*** Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, (38451)-6-22-48
E-mail: zaitsev81@rambler.ru*

****Томский научно-исследовательский и проектный институт нефти и газа
634027, г. Томск, пр. Мира, 72*

В начале XX века на смену имплантатам из высококачественных нержавеющей сплавов пришли легкие и прочные титановые имплантаты. Использование в тканях организма человека титановых имплантатов является одной из актуальных проблем современной техники и медицины. Титан и сплавы на его основе являются распространенными конструкционными материалами при производстве различных медицинских изделий. Широкое использование титановых имплантатов обусловлено его отличительными свойствами такими как, сравнительно низкий модуль упругости, высокая удельная прочность, а главное хорошая биосовместимость с тканями организма [1, 2].

Как показала многолетняя практика применения титановых имплантатов, их физико-механические характеристики не всегда удовлетворяют требованиям, предъявляемым к изделиям, рассчитанным на длительный срок эксплуатации в условиях циклических нагрузок, трения и коррозии. Эффективным способом повышения стойкости к воздействию агрессивных сред с одновременным повышением износостойкости является нанесение полимерных покрытий [3–8]. Однако в медицине должны использоваться разрешенные для применения в живых организмах биосовместимые полимеры [9–11], одним из которых является политетрафторэтилен или принятое в России техническое название – фторопласт. Фторопластовые покрытия, получаемые известными способами, обладают низкими адгезионными свойствами и имеют не высокую несущую способность.

В связи с вышесказанным, целью работы являлось разработка способа формирования металл-полимерного фторопластового слоя на поверхности титановых сплавов с использованием ультразвуковой обработки.

В качестве материала основы был выбран технически чистый титан марки ВТ1-0 и титановый сплав ВТ6 в состоянии поставки. В качестве материала для формирования композиции использовался порошок фторопласта под торговой маркой «Флуралит» с размером частиц от 0,2 до 5 микрон, на концах молекул отсутствуют кислотные остатки и другие включения. Подготовка поверхностей образцов для нанесения порошка фторопласта осуществлялась точением их цилиндрических и торцевых поверхностей. Полимерный порошок наносился на поверхность образцов методом погружения в