

**ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СМЕННЫХ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫХ ПЛАСТИН С НАПАЙНЫМИ РЕЖУЩИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ИЗ СВЕРХТВЕРДОЙ НИТРИДНОЙ КЕРАМИКИ**

Урбанович В.С., Маликина Т.Д., Лавыш Е.О., Карась С.М., Шлома Е.Н.  
ГО «Научно-практический центр НАН Беларуси по материаловедению»,  
г. Минск, Беларусь, E-mail: urban@physics.by, slonik\_66@tut.by

Эксплуатационные показатели инструмента в значительной степени зависят от способа и технологии крепления режущих элементов из сверхтвердых материалов (СТМ) [1]. В настоящее время ведущие зарубежные производители лезвийного инструмента, такие как «Mitsubishi», «Seco», «Pramet», «Korloy», «Mikrobor», «ZSC-CuttingToolsEuropeCmbH» используют метод крепления режущего элемента из СТМ вакуумной пайкой на твердосплавную пластину. Данный вид крепления обеспечивает жесткость в процессе эксплуатации [2-7]. Твердосплавная пластина с напайными режущими элементами из СТМ механически крепится в держателе.

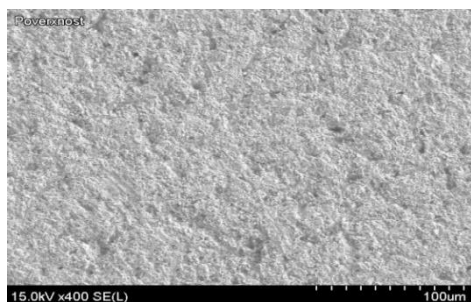
Одной из важных задач при изготовлении такого инструмента является подготовка поверхности твердосплавной пластины для пайки СТМ, которая во многом определяет надежность крепления сверхтвердого материала. В литературе этот вопрос слабо освещен.

В ГО «НПЦ НАН Беларуси по материаловедению» разработана технология изготовления сменных неперетачиваемых пластин с напайными режущими элементами из сверхтвердой нитридной керамики [8] для обработки твердозакаленных сталей и чугунов. Для пайки керамических режущих элементов использовались пластины из твердого сплава типа ВК производства ОАО «Кировградский завод твердых сплавов» (Россия). Подготовка их поверхности производилась методом электроэрозионного прямого прожога с использованием графитового и медного электродов в керосине, а также методом электроэрозионной резки латунной проволокой в воде.

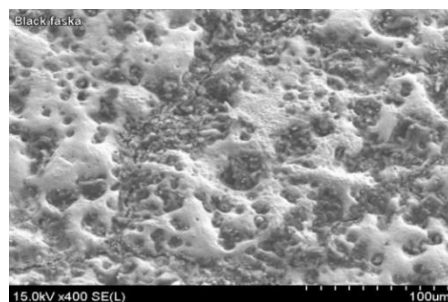
Электроэрозионная обработка графитовым электродом производилась в «ФТИ НАН Беларуси», а медным электродом и латунной проволокой – в ОАО «Промсвязь». Изучение микроструктуры и химического состава поверхностей твердосплавных пластин производили с помощью электронной микроскопии и рентгеноспектрального микрозондового анализа в НТЦ «Белмикросистемы» ОАО «Интеграл». Пайка режущих элементов из сверхтвердой нитридной керамики производилась медным припоем с легирующими добавками в высокотемпературной вакуумной электропечи (СНВЭ-1.3.1/16 И4).

Вид поверхностей твердого сплава до и после электроэрозионной обработки графитовым и медным электродом представлены на рисунке 1, а после резки латунной проволокой – на рисунке 2.

Графитовый электрод. Как следует из рисунка 1,а до обработки пластина имеет ровную поверхность, а после обработки поверхность оплавлена, границы кластеров выражены резко (рис.1,б). Данные микрозондового рентгеноспектрального анализа (табл.1) свидетельствуют о химических реакциях и фазовых превращениях на поверхности в процессе обработки. Они содержат информацию об основных элементах контактирующих материалов. Наличие углерода на поверхности пластин (темные пятна) отрицательно сказывается на качестве пайки, снижая адгезию к материалу пластины.



а



б

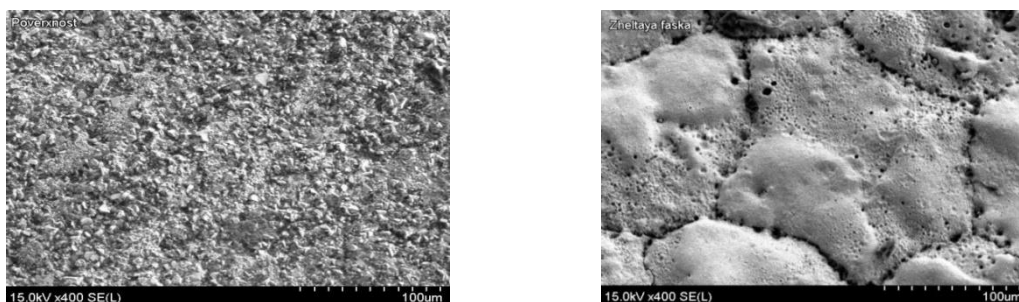


Рисунок 1 – Поверхность твердосплавной пластины: до обработки графитовым электродом (а); после обработки (б); до обработки медным электродом (в); после обработки (г). x400

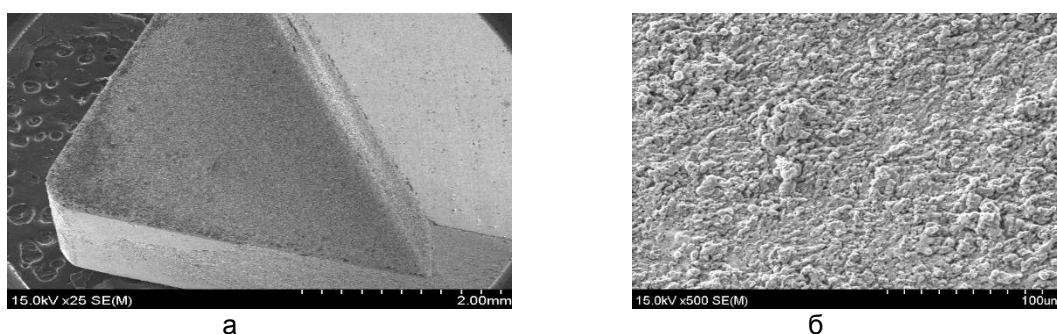


Рисунок 2 – Поверхность твердого сплава после электроэрозионной резки латунной проволокой при различном увеличении: а – x25; б – x500

Медный электрод. После обработки медным электродом пластина также имеет оплавленную поверхность с кластерной структурой. Границы кластеров четко видны, и на них имеется много микропрожогов и микротрещин (рис.1,в,г). Как следует из таблицы 1, в процессе прожога медь диффундирует в поверхностный слой обработанной пластины.

Резка проволокой. Структура поверхности для пайки однородная, крупнозернистая с отсутствием трещин и кластеров. Поверхность покрыта слоем латуни (сплав меди и цинка), что способствует повышению ее адгезионных свойств.

Как следует из данных таблицы 1, концентрация элементов в материалах пластин до и после обработки изменяется. Увеличение концентрации углерода при обработке графитовым электродом обусловлено частично его диффузией в материал при прожоге, а частично из-за разрушения графитового электрода, что повлекло за собой изменение концентраций других элементов. При этом происходит изменение концентрации вольфрама и кобальта.

В процессе прожога температура образцов может достигать порядка 1000 °С. При такой температуре в материале пластины могут протекать фазовые превращения

Таблица 1 – Элементный состав поверхности пластин до и после электроэрозионной обработки

Химический элемент	Графитовый электрод		Медный электрод		Резка проволокой
	до обработки	после обработки	до обработки	после обработки	после обработки
C	10,27	26,92	10,85	8,91	15,09
O	2,96	5,85	15,69	1,62	5,52
W	63,21	32,88	44,97	68,45	15,13
Ti	15,59	7,29	–	–	–
Co	2,76	7,58	7,54	7,66	2,77
Cu	–	–	–	1,61	29,27
Zn	–	–	–	–	12,20

При обработке пластины медным электродом изменение концентрации элементов незначительно по сравнению с графитовым электродом. Происходит диффузия меди в поверхностный слой пластины. Этот слой при пайке в вакууме припоем может способствовать увеличению адгезии припоя к сплаву ВК. Таким образом, использование медного электрода для электроэрозионного прожога лунки является более целесообразным. Для углового крепления режущего элемента из СТМ использовали электроэрозионную резку латунной проволокой. На рисунке 3 показаны: внешний вид твердосплавных пластин различной конфигурации после электроэрозионной обработки, паяный шов и режущие пластины после механической обработки.

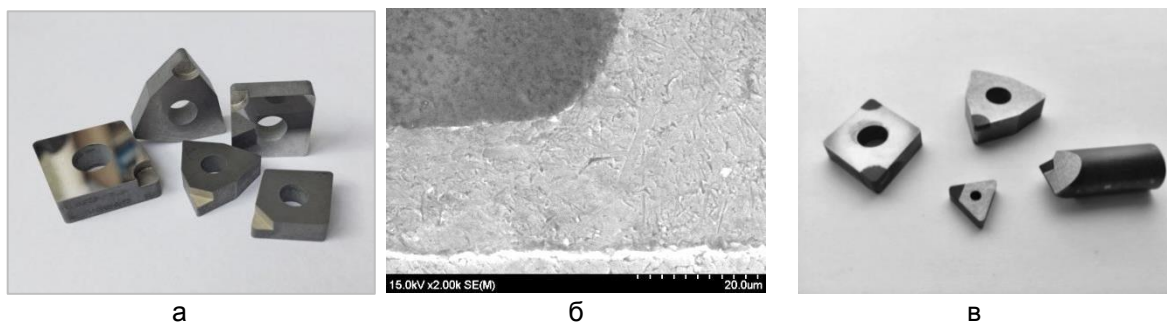


Рисунок 3 – Внешний вид твердосплавных пластин различной конфигурации после электроэрозионной обработки (а); соединение твердосплавной резцовой пластины и керамического режущего элемента,  $\times 2000$  (б); режущие пластины после механической обработки (в)

Таким образом, использование вакуумной пайки позволило получить надежное паяное соединение твердосплавной пластины и керамического режущего элемента с отсутствием в нем пор и остатков флюса, вызывающих коррозию (рис.3,б). Паяный шов является однородным по плотности и структуре. Его толщина составляет порядка 18–20 мкм. Состав припоя обеспечивает хорошее смачивание и адгезию к спаиваемым материалам.

Испытания режущих пластин с напайными режущими элементами проводили на ОАО «Оршанский инструментальный завод» на токарно-винторезном станке 16К20 (рис.4,а) на заготовках из стали ХВГ с твердостью HRC в пределах 47-62 и из стали ШХ 15 с твердостью HRC 57-58 при чистовом точении. Внешний вид заготовок после испытаний представлен на рисунке 4,б.



Рисунок 4 – Проведение испытаний режущего инструмента (а); внешний вид заготовок после испытаний (б)

Режимы резания варьировались в следующих пределах: продольная подача – 0,1 мм/об, глубина резания – 0,2-0,3 мм, скорость резания – 155-170 м/мин. Оценка режущих свойств СТМ проводили по результатам стойкостных испытаний. Критерием служил износ резца по задней грани 0,4 мм. В результате проведенных испытаний

шероховатость обработанной поверхности заготовки соответствовала 6-8 классу чистоты.

Таким образом, использование медного электрода и латунной проволоки при электроэрозионной обработке твердосплавной пластины обеспечивает максимальную смачиваемость ее поверхности припоем. Это позволяет достичь наилучших результатов и наиболее прочного сцепления спаиваемых материалов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке ГНТП «Ресурсосбережение, новые материалы и технологии-2015», подпрограмма «Алмазы и сверхтвердые материалы» (х/д №84/3.69).*

**Список литературы:**

1. Инструменты из сверхтвердых материалов / под ред. Н.В. Новикова и С.А. Клименко. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2014. – 608 с.: ил. (Б-ка инструментальщика).
2. Общий каталог 2016/2018. Токарный инструмент, вращающийся инструмент. MitsubishiMaterials.
3. Токарная обработка. Каталог + техническое руководство 2012. Seco.
4. Каталог 2017. Pramet.
5. CuttingTools. 2013. Korloy.
6. Каталог. Металлорежущийинструмент. 2010. Microbor.
7. Каталогкомпании ZCC-Cutting Tools Europe CmbH.
8. Новый сверхтвердый нанокompозит на основе кубического нитрида бора и тугоплавких соединений // В.С. Урбанович, Т.Д. Солоненко, Е.О. Лавыш, В. Ф. Лутай, С.И. Матюшевский, Л.М. Гамеза // Наноструктурные материалы–2014: Беларусь–Россия–Украина (НАНО-2014): материалы IV Междунар. науч. конф. (Минск, 7–10 окт. 2014 г.) / редкол.: П. А. Витязь [ и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – С. 196-197.