



Тычинская Ирина Дмитриевна
 ايرينا ديمتريفنا تيشينسكايا
 Аспирант ГНУ "Объединенный институт машиностроения НАН
 طالبة دكتوراه في المعهد المتحد للهندسة الميكانيكية التابع للأكاديمية الوطنية للعلوم

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПЛАСТИН КРЕМНИЯ И САПФИРА РЕЗАНИЕМ ПРИ ПОМОЩИ РЕЗЦА ИЗ КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА

العمليات التكنولوجية للمعالجة الميكانيكية لصفائح السيليكون والياقوت عن طريق القطع باستخدام قاطع نيتريد البورون المكعب



Баснюк Владимир Леонидович
 فلاديمير ليونيدوفيتش Баснюк
 د. т. наук, профессор ГНУ "Объединенный институт машиностроения НАН
 بروفيسور في المعهد المتحد للهندسة الميكانيكية التابع للأكاديمية الوطنية للعلوم

Аннотация: в тезисе рассмотрены технологические процессы, обеспечивающие получение поверхности пластин кремния и сапфира с шероховатостью $Ra=0.4$ мкм и менее после механической обработки резанием с использованием резца из кубического нитрида бора.

Ключевые слова: лезвийная обработка, кубический нитрид бора, КНБ, механическая обработка, кремний, сапфир, микроэлектроника, технологический цикл, технологические процессы, топография, шероховатость.

الخلاصة: في هذا العمل ناقش العمليات التكنولوجية التي تضمن إنتاج سطح رقائق السيليكون والياقوت بخشونة ($Ra = 0.4$) ميكرومتر أو أقل بعد القطع الميكانيكي باستخدام قاطع مصنوع من نيتريد البورون المكعب.

الكلمات المفتاحية: معالجة الشفرة، نيتريد البورون المكعب، CBN، المعالجة الميكانيكية، السيليكون، الياقوت، الإلكترونيات الدقيقة، الدورة التكنولوجية، العمليات التكنولوجية، الطبوغرافيا، الخشونة.

Введение

Наиболее популярным способом обработки пластин-заготовок кремния, сапфира получаемых после нарезания их из слитков является механическая абразивная обработка шлифованием с последующим полированием и суперфинишным полированием. В связи с созданием близких к алмазу по твердости материалов, композитных материалов как кубический нитрид бора (КНБ), имеющего существенно меньшую стоимость, этот вид обработки стал одним из альтернативных.

Результаты и обсуждение

В качестве базовых при обработке КНБ были приняты следующие режимы резания: частота вращения шпинделя 1000–1500 об/мин, обеспечивающая скорость резания до 1500 м/мин, подача варьировалась в диапазоне 1–10 мкм/об. Условная схема обработки КНБ экспериментальной пластины приведена на рисунке 1.

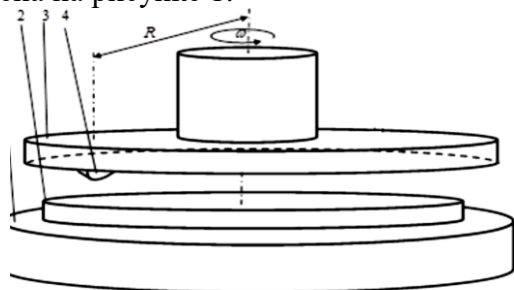


Рисунок 1 – Условная схема обработки КНБ экспериментальных пластин: – стол; 2 – обрабатываемая пластина; 3 – резцовая головка; 4 – пластина КНБ, выполненная в виде усеченного конуса

В результате проведенных исследований установлено, что использование КНБ в качестве режущего материала позволяет осуществить скоростную лезвийную обработку пластин сапфира и кремния, имеющих диаметры $\varnothing 76-100$ мм при толщине ~ 450 мм. Исследование поверхности пластин после их лезвийной обработки (рисунок 2) показало отсутствие инородных включений, также отсутствие в торцевой среде внутренних сколов и разломов. При этом полученная шероховатость является недостаточной для окончания обработки пластины.

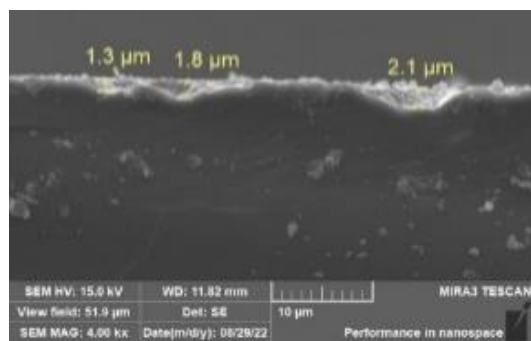
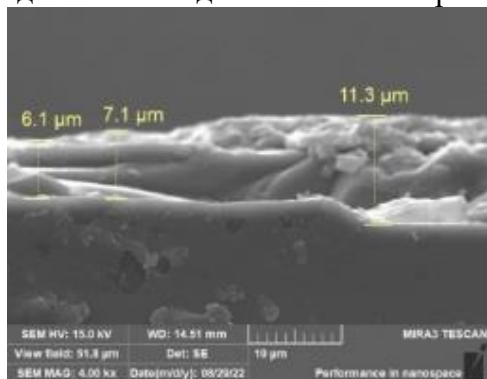


Рисунок 2 - Кремниевая пластина (слева), сапфировая пластина (справа)

Закключение

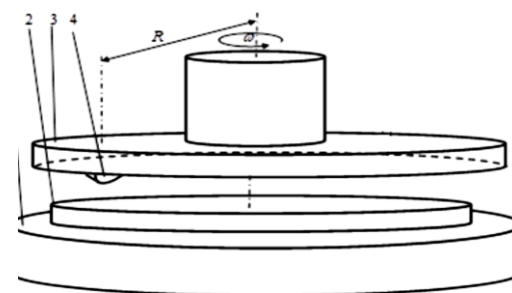
Анализ результатов исследований показал, что скоростная лезвийная обработка кремния и сапфира позволяет обеспечить шероховатость поверхности $Ra=0,4$ мкм, близкую к шероховатости поверхности, получаемой при традиционной абразивной обработке.

المقدمة

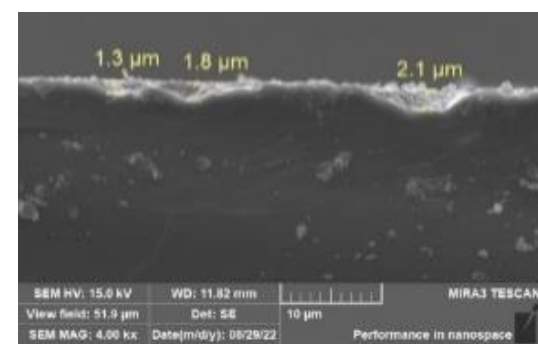
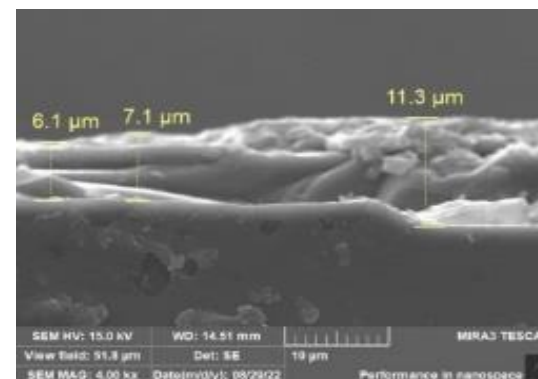
الطريقة الأكثر شيوعًا لمعالجة رقائق السيليكون والياقوت التي يتم الحصول عليها بعد قطعها من السبائك هي الطحن الكاشطة الميكانيكي يليه التلميع والتلميع الفائق. فيما يتعلق بإنتاج مواد قريبة من الماس في الصلابة، والمواد المركبة مثل نيتريد البورون المكعب (CBN)، والتي لها تكلفة أقل بكثير، أصبح هذا النوع من المعالجة أحد البدائل.

النتائج والمناقشة

تم اعتماد أوضاع القطع التالية كأساس عند معالجة CBN: سرعة المغزل 1000-1500 دورة في الدقيقة، مما يوفر سرعات قطع تصل إلى 1500 م/دقيقة، وتتنوع التغذية في نطاق 1-10 ميكرومتر/دورة. يظهر الشكل 1 رسمًا تخطيطيًا لمعالجة CBN للوحة التجريبية.



الشكل 1 - رسم تخطيطي لمعالجة CBN للوحات التجريبية: 1 - الجدول؛ 2 - اللوحة قيد المعالجة؛ 3 - قطع الرأس. 4 - لوحة CBN، تصنع على شكل مخروط مقطوع نتيجة للبحث، ثبت أن استخدام CBN كمواد قطع يسمح بمعالجة الشفرة عالية السرعة لرقائق الياقوت والسيليكون بأقطار 100-76 مم وسمك 450 مم. وأظهر فحص سطح اللوحات بعد معالجة الشفرة (الشكل 2) عدم وجود شوائب أجنبية، فضلًا عن عدم وجود رقائق وكسور داخلية في البيئة النهائية. في هذه الحالة، الخشونة الناتجة غير كافية لإكمال معالجة اللوحة.



الشكل 2 - رقاقة السيليكون (أسفل)، رقاقة الياقوت (أعلى)

الخاتمة

أظهر تحليل نتائج البحث أن معالجة الشفرة عالية السرعة للسيليكون والياقوت تجعل من الممكن توفير خشونة سطحية تبلغ $Ra = 0.4$ ميكرومتر، بالقرب من خشونة السطح التي تم الحصول عليها عن طريق المعالجة الكاشطة التقليدية.

المراجع والمصادر References

- 3D процессы алмазно-абразивной обработки. Грабченко А. И., Федорович В. А. Монография. – Харьков: НТУ “ХПИ”, 2008. – 345 с.
- Шишонов Е. М. Структурные исследования кубического нитрида бора, активированного гадолинием, тербием и эрбием / Е.М. Шишонов, М. А. Краева // Физико-математические науки и информатика, журнал. – 2012. – Труды БГТУ №6. – С. 85–87.
- Тычинская, И.Д. Некоторые особенности лезвийной обработки сверхтвердых хрупких материалов типа сапфир / И.Д. Тычинская // Актуальные вопросы машиноведения: сб. научн. трудов / ОИМ НАН Беларуси; редкол.: С.Н. Поддубко [и др.]. – 2021