

УДК 53.086

Изучение поверхности режущей кромки лезвия методами зондовой микроскопии

***Крансуцкая А.А., студент**
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»*

***Ружицкая Д.Д., студент**
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»*

*Научный руководитель: Тумакова Е.В., ассистент
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Метрология и взаимозаменяемость»
tumakova_ekaterina@bmstu.ru*

Одним из основных требований к деталям машиностроения является точность их изготовления, которая обеспечит необходимую надежность и долговечность их работы. Актуальность темы обусловлена необходимостью повышения долговечности режущей кромки инструментов, которая в значительной степени определяет точность и качество получаемых деталей. Исследование направлено на изучение лезвийной поверхности до воздействия с влияющими факторами (нагрев и взаимодействие с более мягким материалом) и после.

Режущая кромка лезвия является ключевой составляющей процесса резания. Она определяет как эксплуатационную надежность режущего инструмента, так и качество обрабатываемых поверхностей деталей. Одно из наиболее часто встречающихся в повседневности лезвий – бритвенное.

Бритвенные лезвия изготавливают из углеродистой стали, а в последнее время и из нержавеющей стали. Углеродистая сталь ценится любителями настоящих бритв больше, так как ее структура, как правило, более тонкая, что положительно сказывается на остроте лезвия и его гибкости. [1]

Основа бритвенного лезвия тонкая стальная пластина толщиной от 0,0762 до 0,1016 мм (от 0,003 до 0,004 дюймов). Сталь, закаленная до мартенситной фазы. Лезвие 1 (рис.1) имеет режущую кромку 2 (иногда именуемую "конечной кромкой" лезвия), которая заточена до заостренного конца 3. Предпочтительно, чтобы заостренный конец имел

радиус менее 100 ангстрем, измеренный с помощью сканирующего электронного микроскопа. Обычно заостренный конец 3 имеет профиль с боковыми гранями под углом от 15 до 30 градусов. Кроме того, обычно на лезвие наносится тонкий слой (от 300 до 10000 ангстрем) специального антифрикционного покрытия. [2]

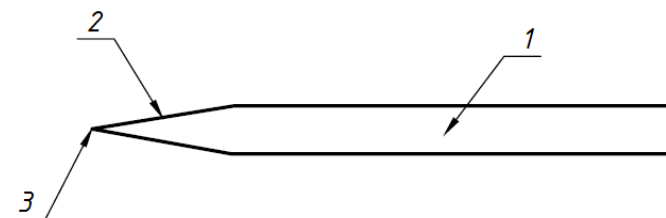


Рис. 1. Лезвие:

1 – лезвие, 2 – режущая кромка, 3 – заостренный конец

Объект исследования – лезвие из конструкционной стали толщиной 0,09 мм.

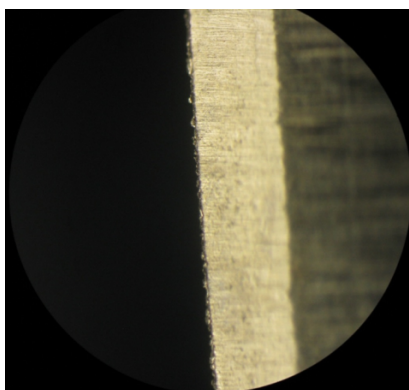


Рис. 2. Исследуемая часть лезвия под оптическим микроскопом

Описание установки и метод измерения

Атомно-силовая микроскопия – вид зондовой микроскопии, в основе которого лежит обменное взаимодействие атомов зонда и исследуемого образца (в данном случае режущей кромки лезвия). Регистрация этого взаимодействия происходит специального зондового датчика, состоящего из консоли и зонда (рис. 3).

Консоль (кантилевер) представляет собой упругую пластину, отклонение которой показывает силу взаимодействия зонда и поверхности. С одной стороны она жестко закреплена на кремневом основании – держателе. На свободном конце кантилевера расположен зонд (рис.4). Когда острие зонда приближается к образцу, между ними

начинают действовать силы обменного взаимодействия. В зависимости от того, насколько мало расстояние между остриём и образцом, это будет сила либо притяжения, либо отталкивания.

В данной работе исследование проводилось в полуконтактном режиме. При этом способе сканирования осуществляются вынужденные механические колебания кантилевера с частотой, близкой к резонансной и с амплитудой порядка 100 нм. В нижней точке колебаний кантилевер “касается” образца. При передвижении сканирующей иглы (или образца) отслеживается изменение резонансной амплитуды кантилевера. При таком методе также исключаются различные латеральные силы и силы трения, которые могут приводить к смещению структур на плоскости образца.

Наглядное трёхмерное изображение поверхности получается после соответствующей математической обработки цифровой информации, в качестве которой выступают двумерные массивы целых чисел, например, отклонения кантилевера. [3]

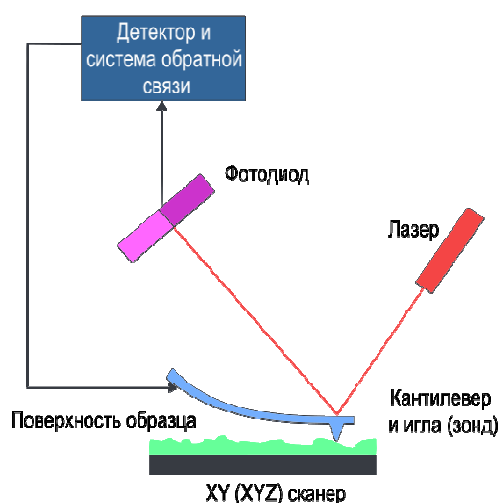


Рис. 3. Схема работы атомно-силового микроскопа



Рис. 4. Схематическое изображение зондового датчика АСМ

Проведение измерений

В ходе исследования были проведены измерения трех образцов: образец №1 – недеформированное лезвие (рис. 5), образец №2 – лезвие, подвергнутое нагреву (рис. 6), образец №3 – лезвие, подвергнутое механическому воздействию (рис. 7).

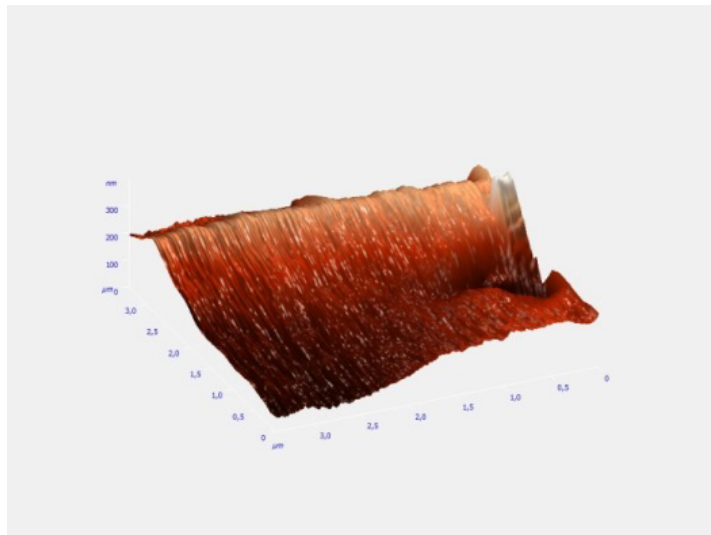


Рис. 5. 3D-изображение поверхности недеформированного лезвия

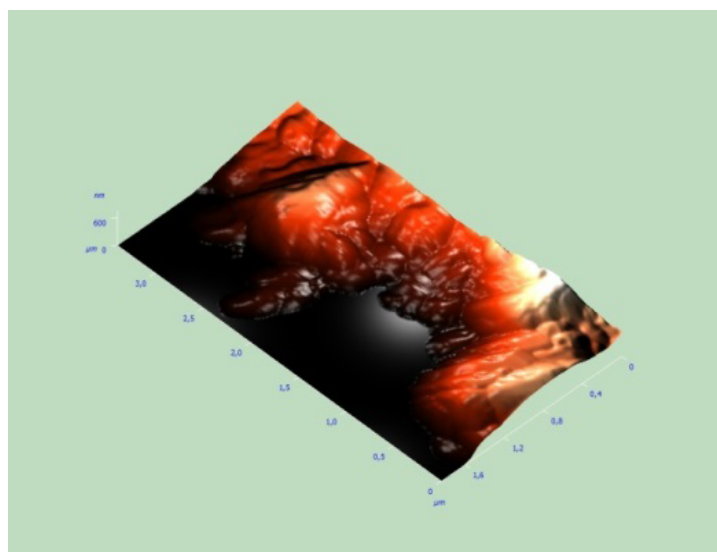


Рис. 6. 3D-изображение нагретой поверхности лезвия

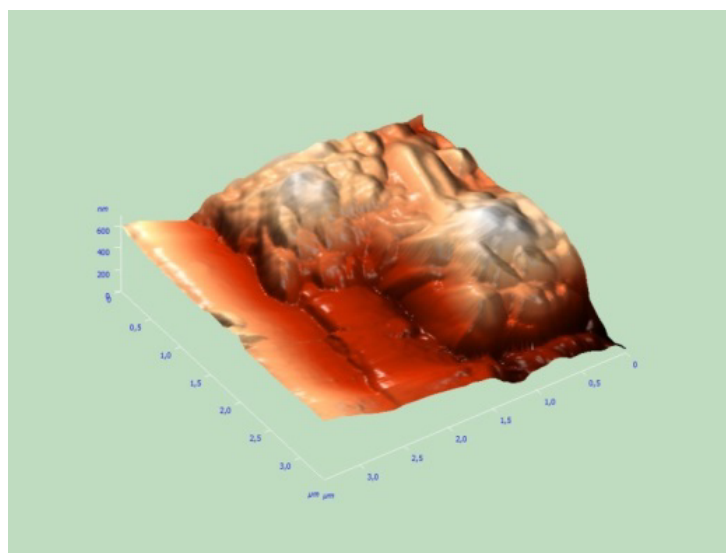


Рис. 7. 3D-изображение деформированной поверхности лезвия

В ходе исследования проводилось измерение высотных параметров шероховатости поверхности, как наиболее наглядных [4,5]:

- S_z - высота неровностей профиля по десяти точкам.
- S_a –средняя арифметическая высота поверхности.
- S_q - среднеквадратическая высота поверхности.

Полученные результаты

Результаты измерения параметров шероховатости приведены в таблице.

Образец №	S_z , нм	S_a , нм	S_q , нм
1	198,273	60,229	70,824
2	501,034	175,269	221,467
3	429,531	230,37	275,995

Изменения профиля поверхности по оси Y для образца №1 (рис.8), образца №2 (рис.10), образца №3 (рис.12). В ходе исследования подтвердилось, что деформации и нагрев значительно повлияли на режущую кромку в нанометровом диапазоне. В дальнейшем это приведет к разрушению режущей кромки.

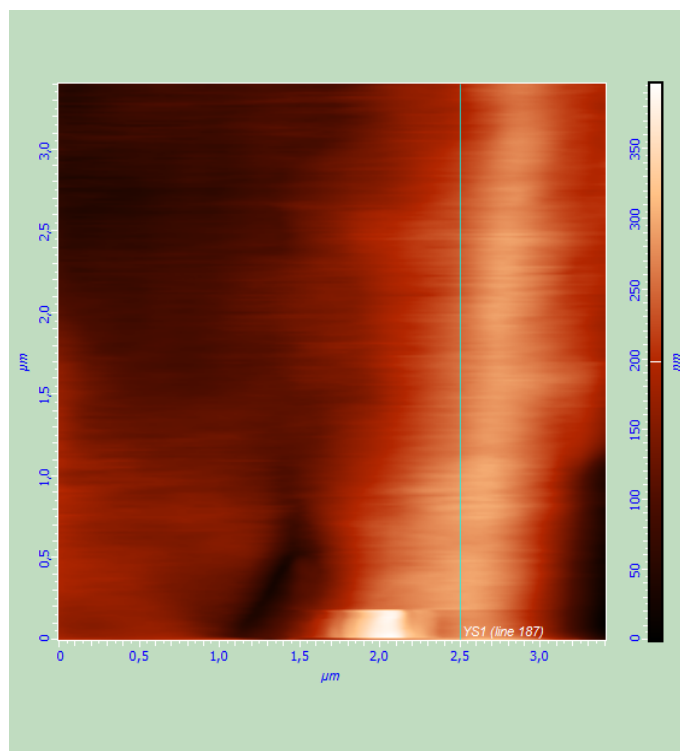


Рис. 8. Топография поверхности недеформированной кромки лезвия

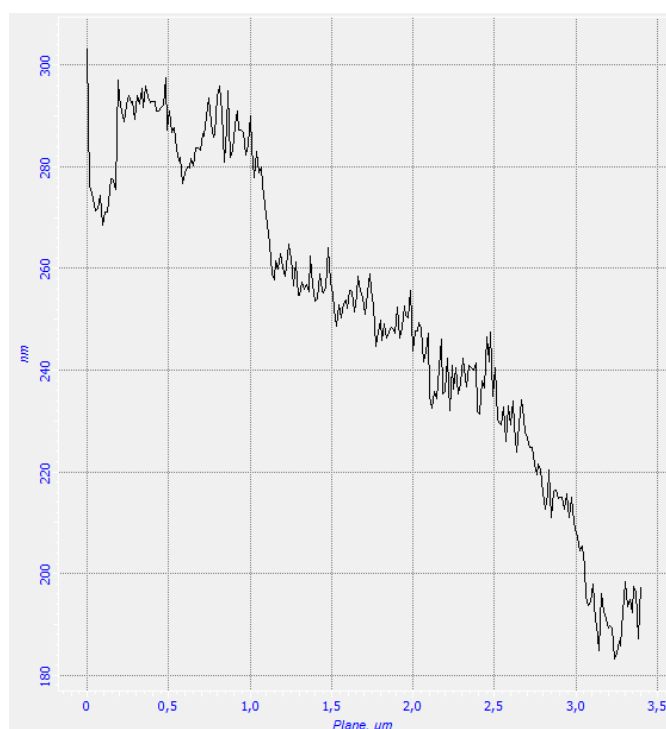


Рис. 9. Изменения профиля поверхности по оси Y недеформированного лезвия

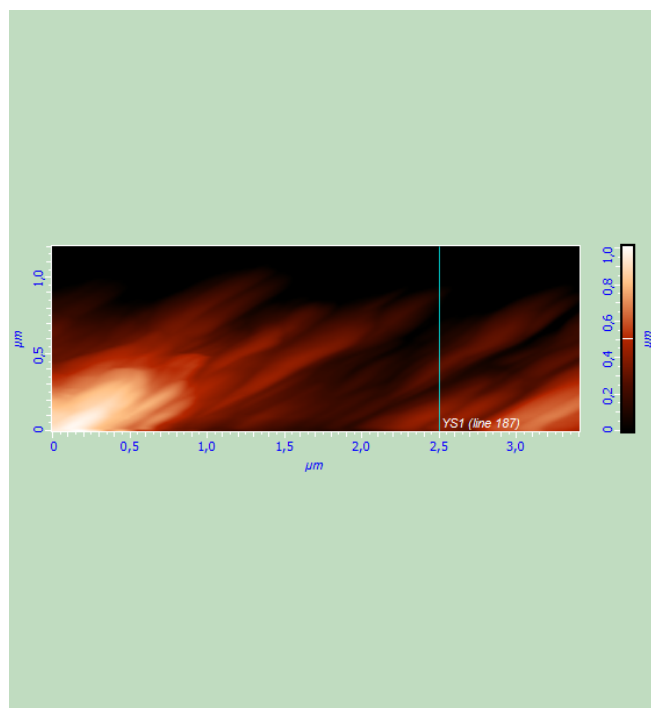


Рис. 10. Топография нагретой поверхности лезвия

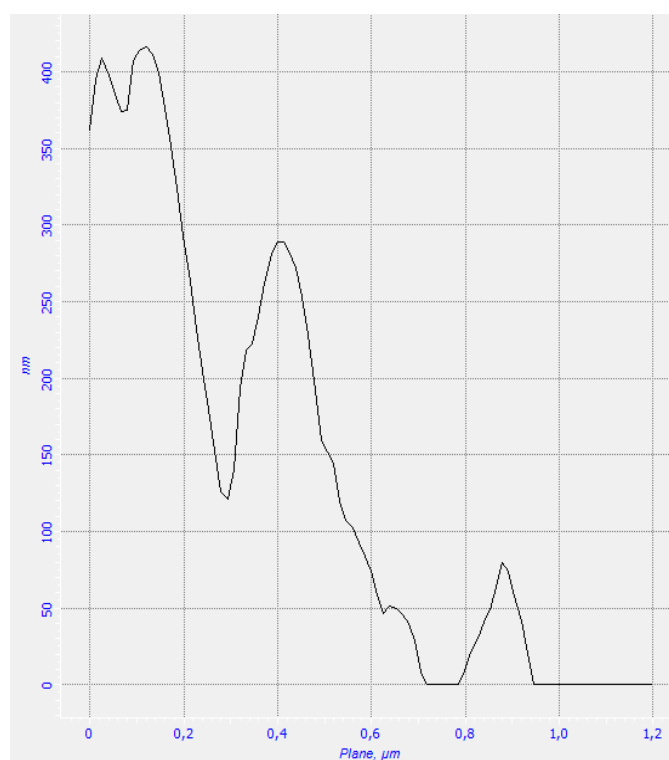


Рис. 11. Изменения профиля поверхности по оси Y нагретого лезвия

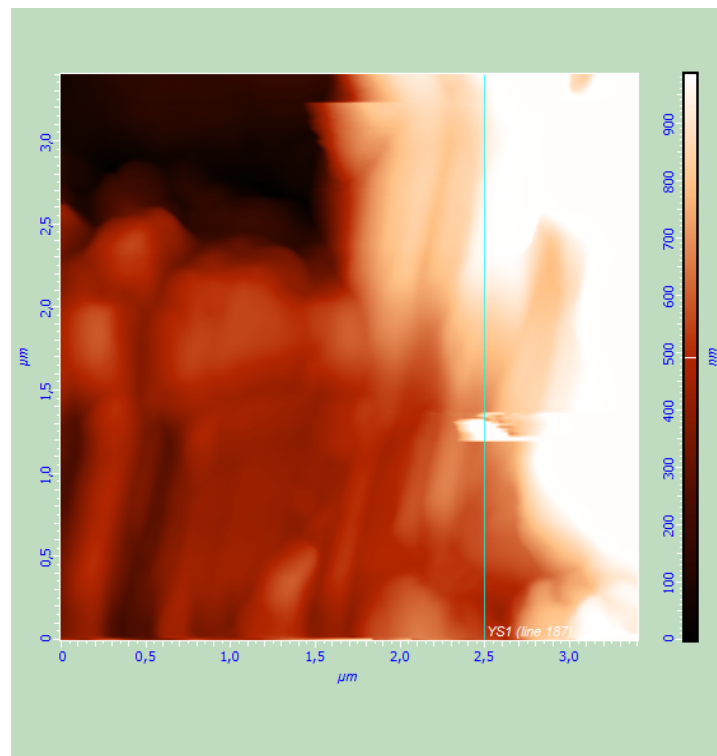


Рис. 12. Топография режущей кромки после механического воздействия

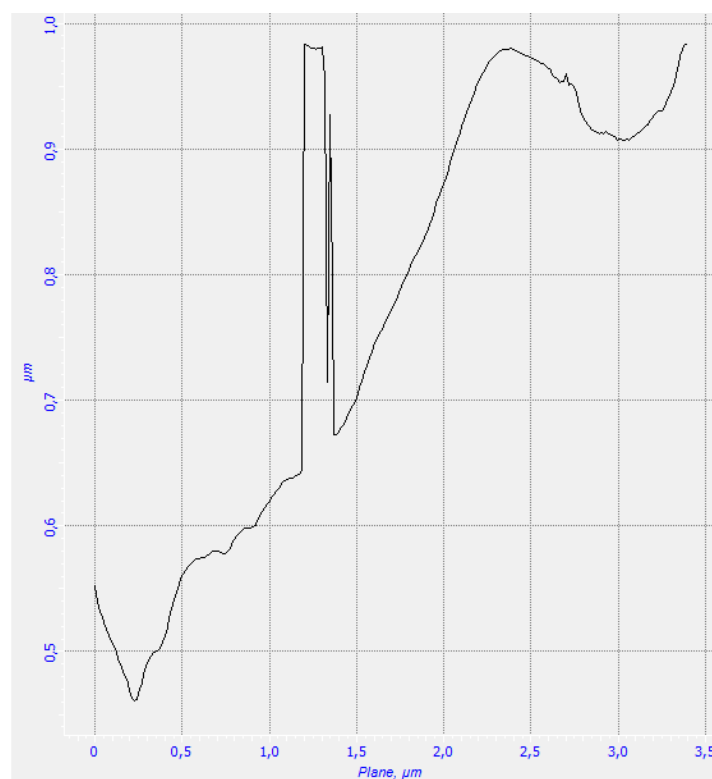


Рис. 13. Изменения профиля поверхности по оси Y деформированного лезвия

Заключение

При исследовании режущей кромки лезвия с помощью ACM Solver P47 было установлено, что внешнее воздействие оказывают влияние на лезвие, а значит, и процесс резания в целом. Были получены 2D и 3D изображения исследуемых образцов, и проведен анализ топологии поверхности. Анализ показал, что в зависимости от воздействия увеличивается шероховатость. С повышением шероховатости уменьшится прочность режущего инструмента, так как выступы микронеровностей будут разрушаться в течение нескольких секунд резания. Впадины же являются центром зарождения микротрещин, которые приведут к образованию сколов и разрушению кромки, а в дальнейшем и всего инструмента.

На основании данного исследования можно подчеркнуть важность правильного выбора обработки режущей кромки инструмента, которая в значительной степени определит её шероховатость. В дальнейшем именно режущая кромка инструмента определяет качество получаемых деталей.

Список литературы

1. Герчиков А.Б. Как бритва // Химия и жизнь. 1982. №11. С.87 - 93.
2. Поркаро А., Скробис К., Свансон Р., Лиу Э. Цветные бритвенные лезвия: пат. 2354540. Российская Федерация. 2009. Бюл. №13. С. 6-13.
3. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. Нижний Новгород: Российская академия наук, Институт физики микроструктур. 2004. 114 с.
4. Сырицкий А.Б., Булатова К.А. Измерения параметров топографии поверхности синтетического опала при помощи сканирующего атомно-силового микроскопа // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 1. Режим доступа: <http://sntbul.bmstu.ru/doc/700789.html> (дата обращения 20.12.2014).