

В. А. Солодков, С. И. Кормилицин

**ВЛИЯНИЕ ТВЕРДОЙ СМАЗКИ И ТОЛЩИНЫ ПОКРЫТИЯ
НА РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА
ПРИ ПРЕРЫВИСТОМ РЕЗАНИИ**

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: v-a-solodkov@yandex.ru

Основной особенностью износа твердосплавных пластин с покрытием при прерывистом резании, как показывают настоящие и ранее выполненные исследования, является унос покрытия с задней поверхности и радиуса округления режущей кромки в начальный период резания.

Ключевые слова: прерывистое резание, твердосплавный инструмент, износостойкое покрытие.

V. A. Solodkov, S. I. Kormilitsyn

**THE EFFECT OF SOLID LUBRICATION AND COATING THICKNESS
ON THE PERFORMANCE OF THE CARBIDE TOOLS FOR INTERMITTENT CUTTING**

Volgograd State Technical University

By main feature of wear of hard-alloy slices with cover for want of discontinuous cutting as show present and earlier executed researches is the ablation of cover from a back surface and radius of a rounding off of a cutting edge in initial period of cutting.

Keywords: intermittent cutting, carbide tools, wear-resistant coating.

Для условий непрерывного установившегося резания принято считать, что стойкость (если брать в качестве критерия износ по передней поверхности – глубину лунки износа и ее состояние до режущей кромки), возрастает про-

порционально толщине покрытия [2]. В соответствии с теми же данными, для задней поверхности существует оптимальная толщина покрытия (около 20 мкм), сверх которой снижения интенсивности износа не происходит.

Для прерывистого резания картина в значительной степени отличается и усложняется. Прежде всего, это связано с интенсивным трещинообразованием в покрытии и распространением трещин в твердосплавную матрицу (рис. 1).

Образование трещин в покрытии возможно

и при установившемся резании. Однако, во-первых, трещины имеют меньшие размеры, а во-вторых, они возникают после длительного резания, что связано, очевидно, с тем, что за длительный период резания происходит большое количество входов-выходов с циклами нагрева и охлаждения.

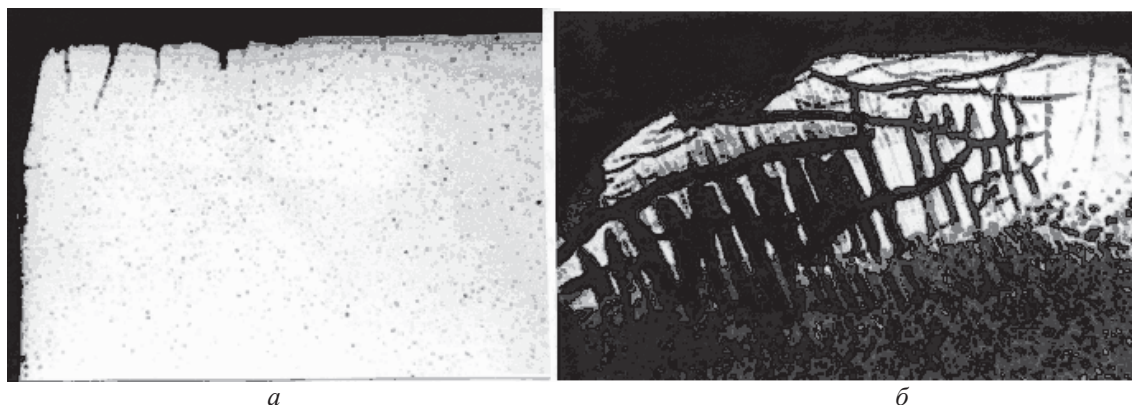


Рис. 1. Пластина ТТ21К9 с покрытием толщиной 12 мкм после фрезерования стали ХВГ (х100).

$V = 190$ м/мин. $S_z = 0,2$ мм/зуб:

a – микрошлиф режущего клина; *б* – вид передней поверхности

Можно предположить, что при прерывистом резании более толстое покрытие в большей степени подвержено трещинообразованию, так как известно, что с ростом толщины покрытия его хрупкость возрастает, а пластичность снижается. Другими словами, более тонкое покрытие имеет более высокую гибкость (т. е. оно выдерживает более высокую степень деформации матрицы, прежде чем в нем зародится трещина). Есть данные о снижении прочности твердого сплава с ростом толщины и состава покрытия (сплав с многослойным покрытием имеет более высокую прочность, чем сплав с однослойным покрытием) [3].

Для подтверждения данных предположений были проведены исследования по определению толщины покрытия, обеспечивающей наибольшую стойкость инструмента при прерывистом резании, как для случая применения твердой смазки, так и без нее (в качестве твердой смазки использовался фторид бария BaF_2 теплостойкость которого выше $800^\circ C$). Стойкостным испытаниям подвергались пластины с многослойным покрытием $TiC/TiCN/TiN$ толщиной 1,5...2 мкм, 3...4 мкм, 5...7 мкм. В качестве базы для сравнения применялась пластина с типичной для установившегося резания толщиной покрытия $\sim(10...12)$ мкм. Во всех случаях, в соответствии с рекомендациями [1] в качестве матрицы использовался твердый сплав ТТ21К9,

имеющий оптимальное для твердосплавной основы соотношение прочности и твердости.

При этом для всех толщин покрытий применение твердой смазки уменьшает количество трещин. Причиной может являться снижение температуры и уменьшение вследствие этого градиента температур в покрытии. Как следствие, снижается величина растягивающих напряжений, вызывающих образование трещин.

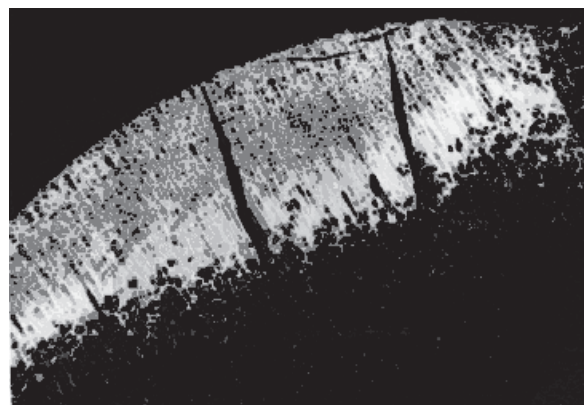


Рис. 2. Передняя поверхность пластины ТТ21К9 с покрытием толщиной 2 мкм после фрезерования стали ХВГ (х100):

$V = 190$ м/мин. $S_z = 0,2$ мм/зуб

Анализ микрофотографий передних поверхностей пластин с покрытием позволяет однозначно утверждать, что уменьшение толщины покрытия значительно снижает трещинообразование, а следовательно, и вероятность скола ре-

жущей кромки. Меньше всего трещин в самом тонком покрытии (1,5...2 мкм, рис. 2), а больше всего в самом толстом (10...12 мкм, рис. 1, а).

В отличие от передней поверхности, влияние толщины покрытия на задней поверхности качественно совпадает с тем, что имеет место при установившемся резании. Интенсивность износа возрастает с уменьшением толщины покрытия. Однако, при толщине покрытия 10...12 мкм и 5...7 мкм период стойкости определяется не величиной износа по задней поверхности, а моментом скола режущей кромки из-за образующихся трещин (на рисунке 3 показан крестиком). При этом имеет место большой разброс стойкости, который увеличивается с увеличением толщины покрытия. Минимум этот разброс имеет для пластин с покрытием толщиной 1,5...2 мкм, которые достигают критерия

износа без скола и обеспечивают, поэтому наивысший период стойкости. Применение смазки для всех вариантов покрытия снижает износ. Однако, наиболее важным при этом является то, что не только пластины с минимальной толщиной покрытия, но и пластины с толщиной покрытия 3...4 мкм достигают критерия износа без скола. Учитывая, что для этих пластин интенсивность износа меньше, их период стойкости является максимальным. Таким образом можно говорить о том, что использование твердой смазки изменяет (увеличивает) оптимальную толщину покрытия, для которой в течение периода стойкости отсутствуют сколы режущей кромки. Из данных рис. 3 следует, что пластины с толщиной покрытия 1,5...2 мкм и 3...4 мкм имеют наибольший период стойкости, достигаемый ими без скола.

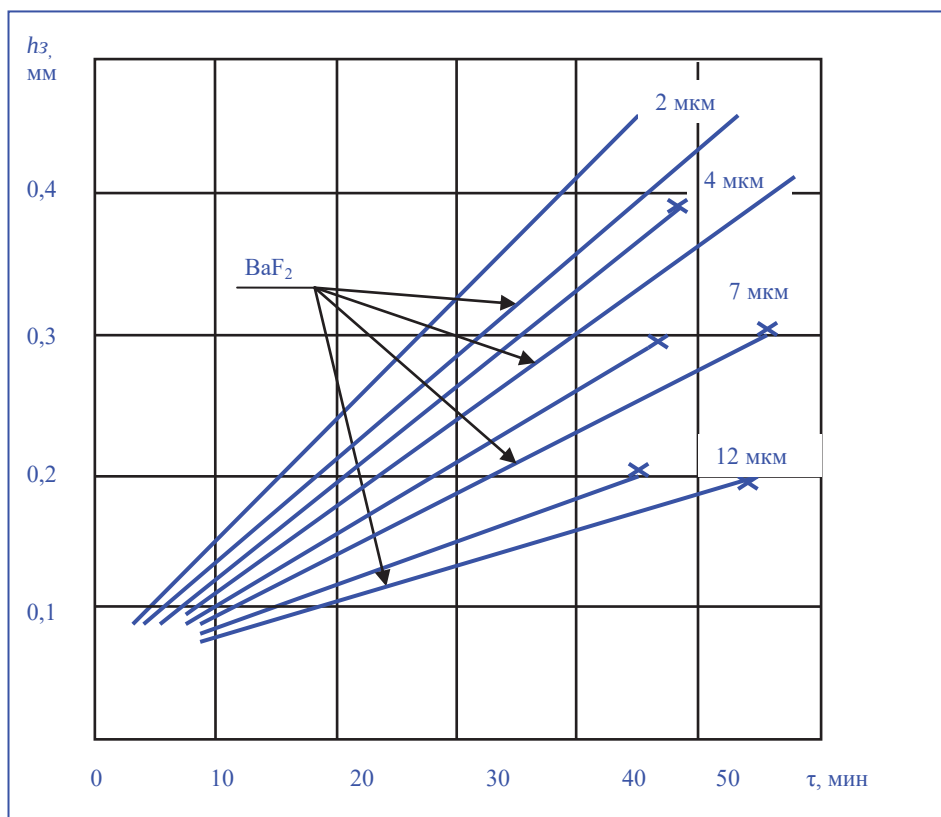


Рис. 3. Зависимость износа по задней поверхности при фрезеровании стали ХВГ со смазкой и без смазки от времени резания. Сплав ТТ21К9 (TiC/TiCN/TiN): $V = 190$ м/мин; $S_z = 0,2$ мм/зуб

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Солодков, В. А. Физические основы контактных процессов при прерывистом резании : монография / В. А. Солодков; ВолгГТУ. – Волгоград, 2018. – 156 с.
2. Хейл, Т. Е. Влияние состава и толщины покрытия на характеристики металлорежущего инструмента /

Т. Е. Хейл, Д. Е. Грехем // Международная конференция по металлорежущему инструменту, 1980. – С. 175–191 / Пер. с англ. КИ- 74640. – М. : ВЦП, 1964.

3. Icks G., Philip P. K. Frasen von gehartetem Stahl mit beschichteten Hartmetalle- Werkzeugen. "Techn. Zbl. prakt. Metalibaeab.", 1977, 71, '5, 179–186.