

ВЛИЯНИЕ ВИДА ИЗНОСОСТОЙКОГО ПОКРЫТИЯ НА СТОЙКОСТЬ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Ц. Чжан, аспирант гр. А6-21,

В.Н. Козлов, к.т.н., доц.,

Ш. Лю, магистрант гр. 8ЛМ71

Томский политехнический университет, 634050, г.Томск, пр.Ленина,30

тел.(3822)-606-389

E-mail: 965075948@qq.com

Одним из методов повышения работоспособности режущих инструментов является нанесение износостойких покрытий. Исследования процесса резания инструментом с износостойкими покрытиями показывают, что выбор состава и конструкции покрытия должен проводиться исходя из условий, в которых работает режущий инструмент.

Применение сменных многогранных пластин (СМП) (сменных неперетачиваемых режущих пластин) позволило уменьшить себестоимость нанесения высококачественных покрытий в вакуумной камере и улучшить их качество. Для увеличения надёжности работы и долговечности покрытия применяются многослойными (рис. 1).

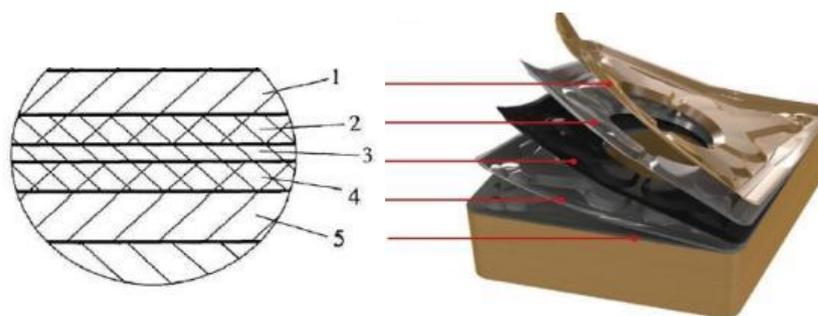


Рис. 1. Схема многослойного покрытия на режущей пластине:

1 – износостойкий слой; 2 – верхний промежуточный слой; 3 – барьерный слой;

Каждый слой такого композиционного покрытия имеет собственное функциональное назначение. Например, подложка 5 служит для более надёжного соединения верхнего слоя 4 с основным материалом режущей пластины, барьерный слой 3 служит для уменьшения теплопередачи от верхних слоёв к основному материалу, промежуточные слои 2 и 4 предназначены для надёжного сцепления с соседними слоями и предотвращения растрескивания самого важного износостойкого слоя 1.

Влияние скорости резания на стойкость СМП с тремя видами покрытия TiN, AlTiN, TiCN и без покрытия исследовалось при точении стали 40X. В качестве критерия износа режущей пластины принималась фаска износа по задней поверхности с наибольшей предельно допустимой её длиной $h_3 = 0,2$ мм, подача $s = 0,13$ мм/об, глубина резания $t = 1$ мм, скорость резания $v = 360$ м/мин. При проведении испытаний было исследовано и изменение длины фаски износа на задней поверхности h_3 в процессе резания.

При использовании СМП WNMG080404-ТМ с покрытием TiN при скорости резания $v = 360$ м/мин износ $h_3 = 0,3$ мм наступает через 17 мин, а при скорости резания $v = 180$ м/мин такая же длина фаски износа появляется через 102 мин.

Характер изменения длины фаски в процессе испытаний зависит от скорости резания: при скорости резания 360 м/мин это прямолинейная зависимость от времени резания τ (мин), а при скорости резания в два раза меньшей это более сложная зависимость.

При скорости резания 180 м/мин в течение 8 мин фаска износа h_3 увеличивается до 0,06 мм, после чего интенсивность износа резко уменьшается, что связано, на наш взгляд, с завершением прирабочного износа. После 56 минут точения интенсивность износа резко увеличивается и становится почти такой же, что и во время приработки.

После достижения длины фаски износа $h_3 = 0,3$ мм образующаяся стружка плохо ломалась, запутывалась вокруг заготовки и резца, а попав на кулачки токарного патрона, разлеталась в разные стороны, поэтому испытания пришлось прекращать из-за опасности получения травмы оператора и ухудшением условия наблюдения за процессом обработки. Поэтому предельно допустимая длина фаски износа у СМП ограничена $h_3 = 0,2$ мм не увеличивающейся силой резания и связанной с ней упругой деформацией технологической системой, а ухудшением формы стружки, которая начинала запутываться вокруг заготовки и резца, разлетаться в разные стороны.

Результаты исследования влияния времени обработки на длину фаски износа h_3 СМП с покрытиями TiCN и без него показали, что при использовании СМП без покрытия при скорости резания $v = 300$ м/мин износ $h_3 = 0,3$ мм наступает через 18 мин, а при использовании СМП с покрытием TiCN такой же износ наступает через 45 мин, что в 2,5 раза дольше.

Несмотря на то, что после появления фаски износа на задней поверхности на ней уже нет покрытия, всё равно остаётся защитное действие со стороны покрытия на передней поверхности, которое немного нависает над фаской и уменьшает контакт поверхности резания с уже незащищённой фаской. Этот защитный эффект более значим с учётом прогиба поверхности резания при обработке материалов, образующих сливную стружку [2].

При точении со скоростью резания $v = 360$ м/мин наблюдается интенсивный локальный износ поверхности СМП, удалённой от рабочей вершины (рис. 2). Объясняется это трением стружки, закалённой после охлаждения на воздухе.

Для предотвращения такого вида износа и последующего разрушения СМП необходимо использовать пластины с такой формой передней поверхности, которая бы надёжно завивала стружку и не позволяла ей касаться поверхностей СМП.

Износ поверхностей резцедержателя при этом не наблюдался, что связано, на наш взгляд, с более существенным уменьшением температуры стружки после отдаления от зоны резания, а значит и меньшей степенью воздействия.

При скорости резания $v = 180$ м/мин в зоне контакта главной режущей кромки СМП с необработанной поверхностью наблюдается интенсивный локальный износ (рис. 3), несмотря на то, что поверхность заготовки предварительно была обработана. Нами объясняется это существенным влиянием кислорода воздуха на химический износ при высокой температуре.



Рис. 2. Износ поверхности СМП от стружки

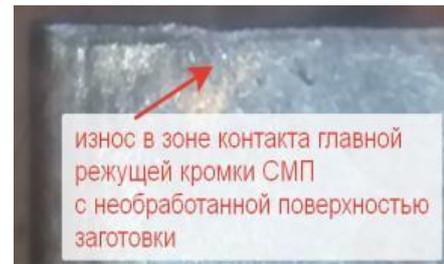


Рис. 3. Вид на заднюю поверхность СМП

Для построения стойкостных графиков $T = f(v)$ была выбрана предельно допустимая длина фаски износа по задней поверхности $h_{3\text{ пр}} = 0,2$ мм потому, что при скорости резания $v = 180$ м/мин воздействие от увеличения «уса» затрудняло проведение дальнейших испытаний. Проведённые эксперименты показали, что наибольшую стойкость имеют СМП с покрытием TiCN (рис. 4).

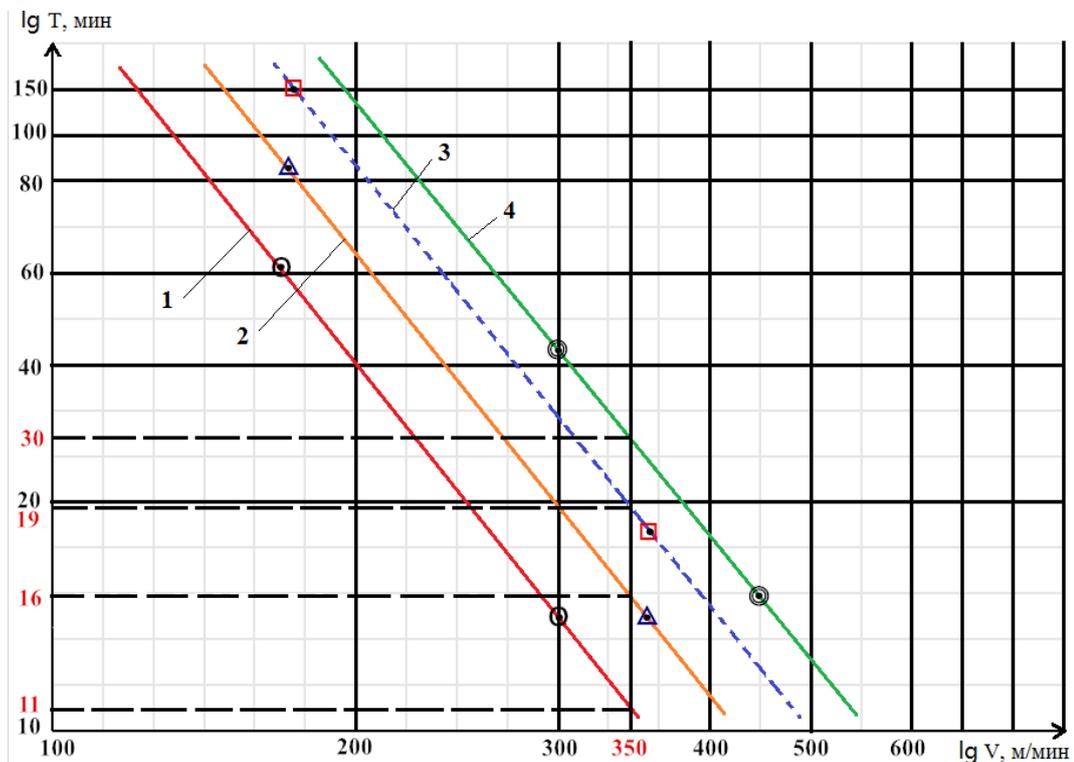


Рис. 4. Зависимость стойкости T (мин) СМП с износостойкими покрытиями от скорости резания V (м/мин) при обработке стали 40X и $h_3=0,2$ мм:

1 - без покрытия, 2 - с покрытием TiN, 3 - с покрытием AlTiN, 4 - с покрытием TiCN

Потеря формы режущего клина может быть в результате износа клина на передней и задней поверхностях, а также из-за разрушения: хрупкого разрушения или пластической деформации. Для определения вероятности разрушения инструментального материала и покрытия были созданы 3-D модели режущей пластины с покрытием и без него. Внешние нагрузки задавались приложением контактных напряжений, полученных из ранее проведённых экспериментов [3, 4].

Напряжённо-деформированное состояние (НДС) режущего клина было исследовано методом конечных элементов с использованием программы ANSYS.

Анализ НДС показал, что пластина с покрытием имеет меньшие внутренние напряжения ($\sigma_{\text{э наиб р.клина с покр}} = 1126$ МПа) по сравнению с режущей пластиной без покрытия ($\sigma_{\text{э наиб р.клина без покр}} = 1367$ МПа), хотя в самом слое покрытия эквивалентные напряжения больше, чем в пластине без покрытия ($\sigma_{\text{э наиб покр}} = 1821$ МПа против $\sigma_{\text{э наиб р.клина без покр}} = 1367$ МПа). Этот результат объясняется нами увеличенным модулем упругости Юнга у покрытия TiN. Малое количество дефектов в покрытии при его нанесении методом PVD и поэтому его повышенная прочность даже при его небольшой толщине позволяют выдерживать даже большие напряжения.

Для выявления экономической целесообразности использования СМП с покрытиями была рассчитана стоимость обработки одного погонного метра, исходя из одной и той же величины подачи $s = 0,13$ мм/об, скорости резания $v = 360$ м/мин и глубины резания $t = 1$ мм. Применение СМП с покрытием TiCN имеет минимальную цену обработки 1 метра – 0,019 руб/м.

Список литературы:

1. Технологические методы повышения износостойкости контактных площадок режущего инструмента [Текст] / С. Н. Григорьев, В. П. Табаков, М. А. Волосова. - Старый Оскол : ТНТ, 2011. - 379 с. : ил., табл.; 21 см.; ISBN 978-5-94178-251-2 (в пер.)
2. Kozlov V.N. Flank Contact Load Distribution at Cutting Tool Wear. // The 7th International Forum on Strategic Technology (IFOST 2012) “Innovative technology and advanced engineering”, IFOST conference, September 17-21.2012, pp. 147-151.
3. Козлов В.Н., Чжан Ц., Го И., Сабават С.К. Исследование контактных нагрузок при врезании // Высокие технологии в современной науке и технике (ВТСНТ-2017): сборник научных трудов VI Международной научно-технической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов, г. Томск, 27–29 ноября 2017 г. / Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) ; под ред. А. Н. Яковлева. — Томск: Изд-во ТПУ, 2017. — с. 315-316.
4. Artamonov E. V., Chernyshov M. O., Pomigalova T. E. Improving the Performance of Composite Bits with Replaceable Inserts // Russian Engineering Research, 2017, Vol. 37, No. 4, pp. 348-350.