
ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАСТИН С ПОКРЫТИЯМИ ПРИ ЧЕРНОВОМ ТОЧЕНИИ НА ТЯЖЕЛЫХ ТОКАРНЫХ СТАНКАХ

В.В. Соловьёв

Кафедра технологии машиностроения,
металлорежущих станков и инструментов
Инженерный факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

Е.В. Мироненко, В.С. Гузенко

Кафедра металлорежущих станков и инструментов
Донбасская государственная машиностроительная академия
ул. Шкадинова, 72, Краматорск, Украина, 99053

В работе представлены результаты исследований износостойкости режущих пластин с многослойными покрытиями при обработке на тяжелых токарных станках. Разработаны рекомендации по выбору оптимальных режимов резания с использованием специальной многогранной пластины.

Ключевые слова: точение, токарный станок, износостойкость, износ, режущая пластина.

При черновой обработке на тяжелых токарных станках режущая часть инструмента подвергается сложным воздействиям механических и тепловых нагрузок. С точки зрения физики процесса резания имеют место различные виды отказов: абразивно-механический, адгезионный, диффузионный, контактное разрушение и пластическое деформирование режущей кромки.

Как показали проведенные исследования, температурные колебания, вызванные прерывистым характером резания, приводят к возникновению микротрещин, перпендикулярных режущей кромке. Эти трещины приводят к выкрашиванию мелких частиц из режущей кромки, что влечет за собой ухудшение качества обрабатываемой поверхности и к увеличению износа по задней поверхности. Выкрашивание также может быть связано с наростообразованием.

Очень высокая температура в зоне резания в сочетании с контактными нагрузками приводит к опусканию режущей кромки в области вершины резца или деформации со стороны задней поверхности. Это ухудшает дробление стружки, качество обработанной поверхности, а дальнейший рост износа по задней поверхности может привести к поломке пластины.

При увеличении подачи и скорости резания в результате высокой температуры на передней поверхности режущей пластины более интенсивно нарастает глубина лунки износа, что приводит к потере прочности режущей кромки.

В диапазоне температур от 1100 до 1300 °С в зоне резания на главной задней поверхности режущего лезвия и частично на вспомогательной образуется оксидная пленка, что увеличивает интенсивность износа и приводит к ухудшению качества обработанной поверхности. Наличие борозд на главной, иногда и вспомогательной задней поверхности может привести к поломке режущего лезвия пластины.

Наблюдения за эксплуатацией твердосплавных резцов на тяжелых токарных станках показали, что наряду с износом часто имеет место разрушение режущей части в виде выкрашиваний и поломок. Наличие неустраняемых отказов резцов (поломок) оказывает большое влияние на эффективность обработки крупных деталей.

Особенности развития машиностроения в последние годы изменили характер производства в тяжелом машиностроении в связи с освоением новой гаммы тяжелых токарных станков с ЧПУ. Это повлияло на условия эксплуатации инструмента на этих станках, а разработка и применение высокопроизводительного модульного инструмента с механическим креплением специальных многогранных пластин с многослойными износостойкими покрытиями легло в основу рационального использования этого оборудования.

Традиционно считалось, что при снятии больших сечений среза необходимо повышать подачу при одновременной уменьшении скорости резания. Так, при обработке прокатных валков при глубине резания до 40 мм и подачей (1,2...1,6) мм/об рекомендовалось применять скорость резания $V = (40...60)$ м/мин для твердых сплавов без износостойких покрытий [1]. Проведенные ранее исследования [2] показали, что нанесение износостойких покрытий на твердосплавные пластины из сплава T5K10 или T15K6 при черновой и получистовой обработке не дали положительного эффекта. Фирмой Sandvik Coromant с ЗАО НКМЗ были разработаны специальные многогранные пластины для черновой и получистовой обработки с длиной режущей кромки $l = 50$ мм прямоугольной формы (S-LNUX-501435025) и длиной режущей кромки $l = 38$ мм квадратной формы (S-SCMT-380932R14025).

На твердосплавные пластины нанесено износостойкое покрытие GC 4025, состоящее из слоя Al_2O_3 , Ti(CN) и износостойкого слоя TiN. Общая толщина покрытия составляет 12 мкм. Основа сплава имеет высокую твердость с повышенным содержанием кобальта, что увеличивает нагрузочную прочность режущей кромки.

Покрытия имеют низкую дефектность и повышенную прочность, обусловленную резким снижением количества дефектов в супертонких слоях покрытий, более благоприятных соотношений таких характеристик, как твердость и пластичность, повышенную сопротивляемость микро- и макроразрушению в условиях адгезионно-усталостных процессов и термопластического нагружения.

Изменение структуры и свойств покрытий TiN — Al_2O_3 — Ti(CN) оказывает положительное влияние на изменение эксплуатационных характеристик сплава GC 4025 при черновой и получистовой обработке валковых сталей.

Комбинация толстого износостойкого покрытия и твердого основания делает сплав наиболее приспособленным к черновой обработке при снятии больших сечений среза.

Изучение состояния пластин после отказа показало, что они изношены по главной задней, переходной (у вершины) и по передней поверхностям (рис. 1а, 1г). При подаче более 1,6 мм/об имела место незначительная пластическая деформация вершины (рис. 1е). Примерно 20% всех работавших пластин имели контактные разрушения — выкрашивания режущей кромки и передней поверхности (рис. 1б, 1в).

С ростом подачи число различных разрушений, включая выкрашивание, возросло до 15% (рис. 1д). Это дает основание считать, что стойкость отражает не только износостойкость, но и в определенной мере прочность инструмента.



Рис. 1. Виды отказов твердосплавных пластин с покрытиями при черновой обработке

Анализировались также статистические данные наблюдений за процессом обработки при черновом точении конструкционных сталей типа 40Х, 40ХН, 60ХГС (НВ 210—240). При обработке конструкционных сталей глубина резания составляла $t = 20\text{—}30$ мм, а подача $S = 1,2\text{—}1,6$ мм/об. Зависимости $T\text{—}V$, полученные при производственных испытаниях, приведены на рис. 2.

В определенной области подач и скоростей резания (для конструкционных сталей $V = 40\text{—}90$ м/мин) зависимости $T\text{—}V$ в двойной логарифмической сетке почти прямолинейны, но показатель m_V существенно больше, чем при эксперименте, и достигает значений $m_V = 0,5\text{—}0,6$. Кроме того, указанные зависимости изгибаются в области практически применяемых скоростей резания и значений периода стойкости (при $T = 60\text{—}120$ мин.). Поэтому пользоваться общепринятыми формулами, тем более при $m_V = 0,25$ недопустимо.

Чтобы выяснить причины изгиба зависимостей, совокупности твердосплавных пластин были разделены на группы отказа из-за износа ($T_{и}$) и из-за отказа вследствие выкрашивания и разрушения (T_p) (рис. 2).

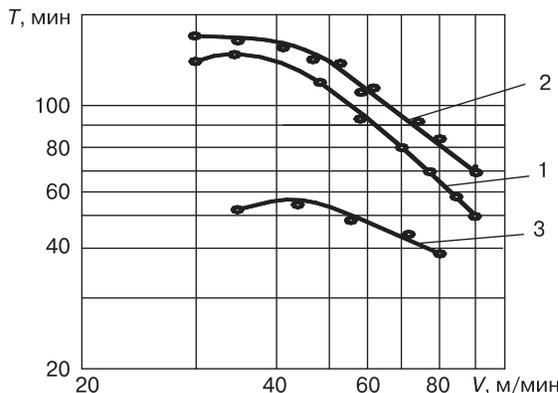


Рис. 2. Зависимости $T-V$ при точении конструкционных сталей (НВ 220–240), $S = 1,2-1,6$ мм/об;
1 — зависимость $T(V)$; 2 — $T_{II}(V)$; 3 — $T_p(V)$

Приведенные данные показывают, что изгиб кривых связан главным образом с разрушением инструмента, так как с одной стороны при малых скоростях резания растет число разрушений, при которых стойкость ниже, а с другой — увеличивается разница в стойкости резцов первой и второй группы.

Причину выпуклого характера и наличия максимума в зависимостях $T-V$ тяжелых токарных станках можно объяснить процессом разрушения инструмента, зависящим от доли чисто случайных разрушений, так как последние не зависят от нагрузки, а определяются только временем работы. Аналогично влияют чисто случайные факторы на зависимость $T-V$. При увеличении времени работы и количества чисто случайных отказов в зоне малых скоростей график зависимости $T-V$ наклоняется к оси абсцисс.

Отметим, что в зоне малых скоростей не только увеличивается доля разрушенных резцов, но и растет коэффициент вариации периода стойкости (рис. 3). Таким образом, установлено, что при снятии больших сечений среза на тяжелых токарных станках резание с относительно малыми скоростями не только не дает преимуществ в увеличении периода стойкости, но и вызывает значительные потери на производстве из-за разрушений инструмента и снижения стабильности работы.

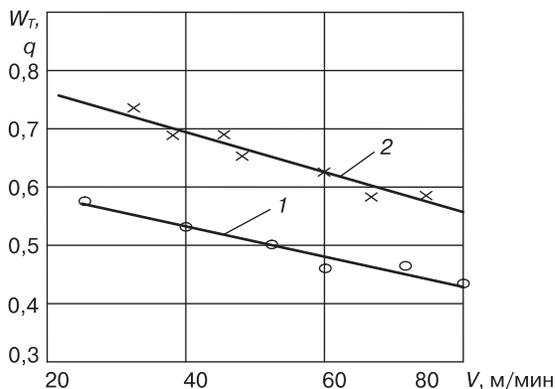


Рис. 3. Влияние скорости резания на величину процента поломок и выкрашиваний 1, величину коэффициента вариации периода стойкости 2, $S = 1,6$ мм/об

Применение специальных твердосплавных пластин из сплава GC 4025 позволило увеличить скорость резания в 1,5 раза при стойкости от 60 до 120 мин. С учетом проведенных исследований разработаны рекомендации по выбору скорости резания с учетом затрачиваемой мощности на тяжелых токарных станках с использованием многогранных пластин из сплава GC 4025 для обработки углеродистых и легированных сталей, приведенные в таблице.

Таблица

Выбор скорости и мощности резания для черного точения на тяжелых токарных станках

Скорость резания, м/мин

Глубина, мм	Подача, мм/об											
	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
15	127	119	111	104	98	94	89	86	82	79	75	71
20	119	111	104	98	94	89	86	82	79	75	71	
25	111	104	98	94	89	86	82	79	75	71		
30	104	98	94	89	86	82	79	75	71			
35	98	94	89	86	82	79	75	71				

Мощность резания, кВт

Глубина, мм	Подача, мм/об											
	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
15	41,7	42,6	43,6	43,7	44,1	45,0	45,5	46,0	46,3	46,2	46,0	45,4
20	52,2	53,0	54,5	54,9	56,5	56,8	58,6	58,5	59,5	58,5	58,0	
25	60,8	62,1	64,2	65,9	66,8	68,6	69,8	70,5	70,6	69,3		
30	68,4	70,2	73,9	74,8	77,5	78,4	80,8	80,3	80,3			
35	75,2	78,6	81,6	84,4	86,2	88,2	89,4	88,6				

Проведенные исследования показали эффективность применения специальных многогранных пластин с многослойными покрытиями при черновой обработке с большими сечениями среза за счет увеличения скорости резания при незначительной уменьшении подачи.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Хаев Г.Л. Прочность режущего инструмента. — М.: Машиностроение, 1975.
- [2] Васин С.А., Верещака А.С., Кушнер В.С. Резание материалов. Термомеханический подход к системе взаимосвязей при резании: Учебное пособие. — М.: МГТУ им. Баумана, 2001.
- [3] Мироненко Е.В. Модели формирования стружкозавивающих канавок при снятии больших сечений среза // Резание и инструмент в технологических системах. Межд. Научно-техн. сборник. — Харьков: НТУ ХПИ, 2002. — Вып. 61. — С. 141—146.
- [4] Мироненко Е.В. Выбор оптимальных типов конструкций и форм передней поверхности сборных резцов // Высокие технологии в машиностроении: Сборник научных трудов ХГПУ. — Харьков, 1997. — С. 193—194.

APPLICATION OF PLATES COATED WITH ROUGHING IN HEAVY LATHES

V.V. Solovyov

Department of Mechanical Engineering, Machine Tools and Tooling
Faculty of Engineering
Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

E.V. Mironenko, V.S. Guzenko

Department of Machine tools and tools
Donbass State Engineering Academy
Shkadinova str., 72, Kramatorsk, Ukraine, 99053

In work results of researches of characteristics of wear resistance of plates with multilayered coverings are resulted at draft tool on heavy that machine tools. Recommendations at the choice of optimum modes of cutting with use of special many-sided plates with deterioration coverings are developed

Key words: turning, lathe, wear, cutting plate.