

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ФОРМЫ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ПЛАСТИН С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КОНСТРУКЦИОННЫХ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Введение. Режущий инструмент играет важнейшую роль в процессах обработки материалов резанием и определяет в целом работоспособность технологической системы резания. В первую очередь это касается механической обработки с повышенными тепловыми и силовыми нагрузками на режущий инструмент — в условиях высокоскоростного резания, при обработке легированных конструкционных, закаленных, коррозионностойких, жаропрочных сталей и сплавов, композиционных материалов. Для обработки таких материалов применяют сменные неперетачиваемые твердосплавные пластинки без покрытий и с покрытиями карбида и нитрида титана, которые отличаются повышенной износостойкостью и теплостойкостью [1].

Основная часть. Для проведения исследований был выбран вал $\varnothing 40$ мм, изготовленный из конструкционной легированной стали 40X. Из стали 40X изготавливают детали повышенной прочности: оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели и др.

Повышенное содержание такого легирующего элемента, как хром (таблица 1), увеличивает прочность стали и ухудшает теплопроводность, что ведет к ухудшению ее обрабатываемости. Сталь 40X относится к первой группе мартенситного класса с повышенной ударной вязкостью $KCU = 54$ кДж/мм² (таблица 2), поэтому процесс обработки проходит в условиях переменного резания. Для этого необходимо найти оптимальный вариант обработки этого материала, т. е. подобрать оптимальные режимы резания, выбрать режущий инструмент, инструментальный материал и геометрию режущей части.

Т а б л и ц а 1 — Химический состав стали 40X по ГОСТ 4543-71, %

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0,36...0,44	0,17...0,37	0,5...0,8	до 0,3	до 0,35	до 0,35	0,8...1,1	до 0,3

Т а б л и ц а 2 — Механические свойства стали 40X по ГОСТ 4543-71

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_b , МПа	δ_5 , МПа	Ψ , %	KCU , кДж/мм ²	Термообработка
350	600	16	40	54	Нормализация 840...860 °C

Для повышения обрабатываемости исследовались закономерности процесса резания, износа и стойкости режущего инструмента на примере неперетачиваемых многогранных твердосплавных пластин.

Обработка выполнялась при постоянном и переменном резании на токарно-винторезном станке модели 16K20. Режим резания проводился в широком диапазоне: $v = 100...250$ м/мин при подачах $S_0 = 0,09; 0,1; 0,125; 0,15, 0,2$ мм/об и глубине резания $t = 0,5...3$ мм.

В качестве режущего инструмента были выбраны три проходных токарных резца с сечением державки 25×25 мм с неперетачиваемыми сменными трехгранными пластинами из металлокерамических твердых сплавов ГОСТ 19046-80 марок T15K6, BK8 и T40 без покрытий, марок T15K6, BK8 с покрытием нитрида титана TiN методом физического осаждения (PVD) и марки T40 с покрытием нитрида титана методом импульсного электронно-пучкового облучения.

За критерий затупления резцов принималась максимальная величина фаски по главной задней поверхности $h_3 = 0,5$ мм для чистовой обработки и $h_3 = 1$ мм — для черновой операции.

При обтачивании наружной поверхности вала в первые минуты на пластинах из твердого сплава без покрытий наблюдались:

1) повышенный износ по задней поверхности пластины, выкрашивание мелких частиц на главной режущей кромке, увеличение шероховатости обработанной поверхности в результате деформации режущей кромки пластинки и образования постоянно сходящего нароста. В ходе наблюдений установлено, что данная марка твердого сплава BK8 является хрупкой для обработки этого материала и не обеспечивает достаточной жесткости;

2) лункообразование на передней поверхности пластины T15K6. Причиной является диффузный износ в результате высокой температуры в зоне резания;

3) мелкие трещины, перпендикулярные главной режущей кромке материала Т40, которые вызваны колебанием температур в результате прерывистого резания и неравномерности припуска.

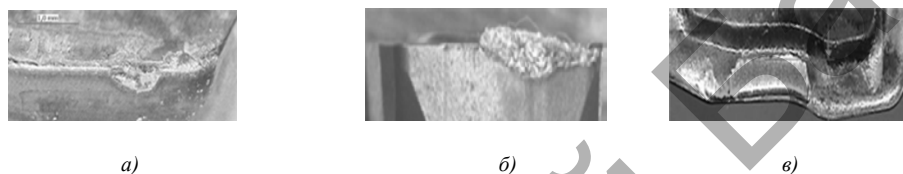
При этом резцы, не имеющие покрытий, подвергались активному абразивно-механическому изнашиванию (рисунок 1) в условиях адгезионного взаимодействия инструментального материала со стружкой.

При продолжении обработки резцами с покрытиями нитрида титана было установлено, что практически все твердосплавные пластины в условиях ударно-прерывистого резания подвергались в начальном периоде работы хрупкому разрушению в виде сколов от 0,1 до 0,5 мм и выкрашивания в пределах режущего клина.

Сколообразование представляет собой процесс хрупкого отделения фрагментов твердого сплава по передней поверхности вдоль режущего лезвия в виде тонкой пластины с образованием острых краев.

При дальнейшей работе инструмента кромки скола, расположенные вдоль главной задней поверхности, выполняют функции режущего лезвия, лунка притирается сходящей стружкой, формируется площадка износа. Процесс продолжается до тех пор, пока не образуется благоприятная для резания форма лунки. Для исключения хрупкого разрушения, сколов, выкрашивания режущих кромок дальнейшую обработку производили пластинами твердого сплава с покрытиями TiN (рисунок 2) с радиусом округления $r = 0,5 \dots 0,8$ мм режущих лезвий и упрочняющей фаской $1 \times 45^\circ$, расположенной по периметру режущих кромок. Размеры радиусов округления пластин и фасок зависят от размеров пластин.

Радиус округления вершины резца и фаску на режущих кромках необходимо выполнять в конце обработки пластин, так как при нанесении покрытия TiN они исчезают под его слоем.



а) — выкрашивание; б) — наростообразование; в) — лункообразование

Рисунок 1 — Основные виды износа твердосплавных пластин [2]

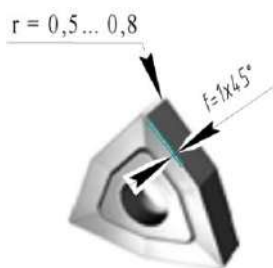


Рисунок 2 — Конструкция трехгранной твердосплавной перетачиваемой пластины с покрытиями TiN

В результате исследований установлено, что применение износостойких покрытий TiN приводит к уменьшению ширины площадки контакта до двух раз, уменьшая при этом площадь контакта стружки с передней поверхностью и снижая коэффициент трения, что, в свою очередь приводит к уменьшению коэффициента усадки стружки.

Закключение. Экспериментально доказано, что использование сменных твердосплавных пластин в условиях точения конструкционных легированных сталей увеличивает их период стойкости за счет нанесения износостойких покрытий.

Фаски на главных режущих кромках и радиус округления вершин многогранных пластин уменьшили сколообразование в результате удара при заходе на заготовку режущего инструмента, что получило экспериментальное подтверждение на примере трехгранных пластин.

По результатам исследований видно, что при точении конструкционной легированной стали 40X на одинаковых режимах резания резцами, оснащенными сменными усовершенствованными пластинами с покрытием, стойкостные характеристики режущего инструмента повышаются до двух раз по сравнению со стойкостью резцов, не имеющих покрытий.

Исследования показали, что пластины из твердого сплава Т40 обладают повышенными режущими характеристиками по сравнению с пластинами из материалов ВК8 и Т15К6. Покрытия на пластины материалов ВК8 и Т15К6 нанесены методом физического осаждения (PVD), а на пластины Т40 — методом импульсного электронно-пучкового облучения, в результате чего увеличилась теплостойкость и износостойкость пластины.

Список цитируемых источников

1. Табаков, В. П. Применение многослойных покрытий для повышения работоспособности режущего инструмента / В. П. Табаков, А. В. Циркин // СТИН. — 2005. — № 1. — С. 37
2. Характерные виды износа пластин [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.kzts.ru/articles/8>. — Дата доступа: 01.10.2018.