

УДК 621.941:641.791.92

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА  
ИЗ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ  
ПРИ ОБРАБОТКЕ ПОКРЫТИЙ**

**И.И. ОЗЕР**

*(Физико-технический институт НАН Беларуси, Минск)*

*Рассмотрено применение инструмента из поликристаллических сверхтвердых материалов для обработки покрытия, нанесенного методом газопламенного напыления. Описываются результаты исследований влияния режимов резания на силы резания и износ режущего лезвия.*

В настоящее время развитие современного машиностроения находится в неразрывной связи с повышением надежности и долговечности деталей машин и механизмов, что требует использования новых прогрессивных технологий.

Огромное значение в этом случае уделяется обеспечению защиты поверхностей деталей и конструкций от износа. При реставрации изношенных деталей в 5...8 раз сокращается число технологических операций по сравнению с изготовлением новых деталей, а стоимость восстановления, как правило, на 30...50 % ниже стоимости изготовления деталей. Увеличение объема восстановления деталей позволяет существенно снизить затраты на запасные части, а следовательно и себестоимость ремонта машин [1].

Наиболее активно развивающиеся направления в области защитных покрытий - методы наплавки и напыления. С применением таких покрытий в 2...5 раз снижается износ деталей машин, а также можно восстанавливать вышедшие из строя детали.

Твердость покрытий достаточно высока, но в то же время они имеют ряд специфических свойств:

- высокую хрупкость;
- различную твердость по поверхности и по глубине;
- неоднородный химический состав по сечению;
- большое количество составляющих микроструктуры (карбиды, бориды, интерметаллиды и другие частицы высокой твердости);
- значительную пористость.

В связи с этим обработка покрытий сопровождается пониженной стойкостью инструмента и более высокой температурой в зоне резания (1000... 1200 °С) по сравнению с обработкой материалов того же химического состава в другом состоянии; образованием суставчатой стружки или стружки скалывания в отличие от обработки закаленных сталей, когда образуется сливная стружка; появлением на внешнем и внутреннем краях стружки вырывов, разрывов, пилообразности; меньшей степенью пластической деформации в зоне резания и вторичной деформации стружки, что определяет снижение относительного сдвига и усадки стружки (до 1,1...1,8); значительным колебанием сил резания и контактных нагрузок на поверхностях инструмента.

Наиболее перспективным методом обработки износостойких покрытий является точение инструментом, оснащенным поликристаллическими сверхтвердыми материалами (ПСТМ) на основе углерода, нитрида бора или нитрида кремния.

В зависимости от химических элементов, входящих в состав покрытий, а также технологических режимов их нанесения твердость покрытий изменяется в широких пределах (40...72 HRC). Инструмент из твердого сплава не позволяет производительно обрабатывать детали с такими покрытиями, а достижение параметров качества обрабатываемых поверхностей крайне затруднительно и зачастую требует дополнительной операции шлифования.

Износ инструмента из поликристаллов зависит от состава инструментального материала и обрабатываемого покрытия. В зависимости от скорости резания изношенные участки инструмента имеют различную конфигурацию, т.е. с ростом скорости резания область с большей величиной износа по задней поверхности перемещается с участка режущей кромки, примыкающей к обработанной поверхности детали, на участок вблизи свободного края стружки. При этом изнашивание в первой зоне объясняется воздействием вибраций инструмента, а во второй - «напылом» обрабатываемого материала. Изнашивание инструмента сопровождается осыпанием инструментального материала, что является следствием удале-

ния связки на границе зерен, и округлением режущей кромки инструмента. На его контактных поверхностях наблюдается перенос обрабатываемого материала.

Наибольшее влияние на стойкость оказывают скорость резания и подача, так как от этих параметров зависит температура на контактных поверхностях инструмента. В работе [2] отмечается, что при использовании резцов из композита 10 влияние режимов обработки (особенно скорости резания) на стойкость проявляется сильнее, чем в случае применения резцов из композита 01. В целом стойкость резцов из ПСТМ при обработке покрытий выше стойкости инструмента из твердого сплава в 20...30 раз [3]. При этом скорость резания увеличивается в 3...4 раза [4]. Стойкость инструмента при черновом точении в 2...3 раза ниже, чем в условиях чистовой обработки. В качестве критерия затупления инструмента из композитов 01, 10 и других ПСТМ рекомендуется величина фаски износа по задней поверхности  $h_3$  в пределах 0,4...0,6 мм, а в некоторых случаях - 0,6 ...0,7 мм. При обработке покрытий на основе твердых сплавов группы ВК для резцов из композита 10 таким критерием может служить  $h_3 = 0,2.. .0,25$  мм. Для круглых пластин из амборита рекомендуется  $h_3 = 0,4.. .0,5$  мм, а для пластин другой формы - 0,25... 0,35 мм.

В Физико-техническом институте была разработана технология восстановления дозаторов смесителей теста для нужд хлебозаводов. Восстановление производилось методом газопламенного напыления на установке «МОГУЛ У-9».

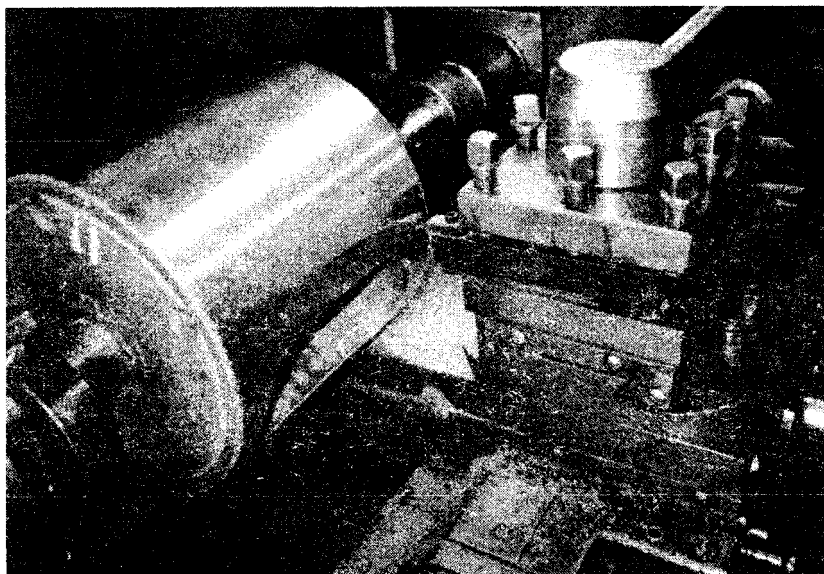


Рис. 1. Обработка дозатора-смесителя теста резцом из ПСТМ

Режимы напыления:

- давление кислорода - 0,25.. .0,3 МПа;
- давление пропана-0,08...0,11 МПа;
- скорость подачи порошка - 90 см<sup>3</sup>/мин;

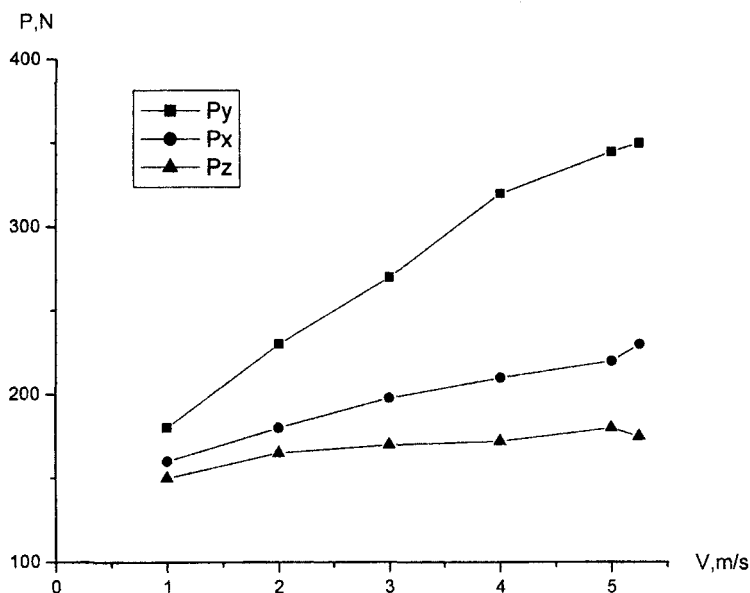
Марка наплавляемого материала БрАЖ9 фракция 315/250, твердость основного материала детали НВ 156, твердость наплавленного слоя НВ 144.

Силы резания зависят от физико-механических свойств обрабатываемого материала, режимов резания, геометрических параметров режущей части инструментов ( $a$ ,  $y$ ,  $sr$  и др.) и величины износа по задней поверхности  $h_3$ .

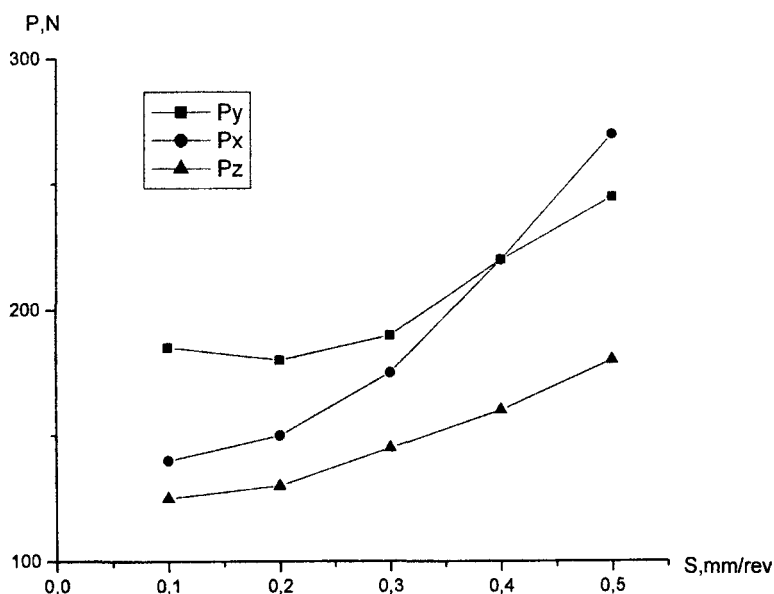
Увеличение подачи инструмента в соответствии с общими закономерностями процесса резания, увеличивая площадь сечения срезаемого слоя, вызывает и увеличение сопротивления материала покрытия к стружкообразованию. Составляющие силы резания при этом возрастают (рис. 2 а, б). Характерным для обработки покрытий инструментами из кубического нитрида бора является большее значение составляющей  $P_y$  по сравнению с составляющими  $P_z$ ,  $P_x$ , что указывает на высокий уровень сил на задней поверхности реза.

При точении покрытий резцами из ПСТМ износ инструмента в наибольшей степени происходит по задней поверхности. Чем больше величина износа, тем больше трение задней поверхности инструмента о заготовку и тем больше составляющие силы резания, особенно радиальная  $P_y$ . Кроме того, при

внедрении в обрабатываемую поверхность резцу необходимо преодолеть со стороны задней поверхности силы упругопластического противодействия, которые для твердых покрытий будут значительными, что также повлечет увеличение составляющей  $P_y$ . Причем интенсивность роста составляющих  $P_x$  и  $P_y$  с износом инструмента значительно больше, чем для составляющей  $P_z$ .



а)



б)

Рис. 2. Зависимости сил резания при обработке покрытия инструментом из композита 01:  
а - от скорости резания; б - от подачи

Превышение составляющей силы  $P_y$  над составляющими  $P_x$ ,  $P_z$  предопределяется влиянием переднего угла инструмента на силы резания при обработке покрытий, так как чем больше отрицательное значение имеет передний угол, тем тяжелее резцу врезаться в обрабатываемый материал.

Некоторые результаты исследований влияния режимов резания на износ режущего лезвия приведены на рис. 3.

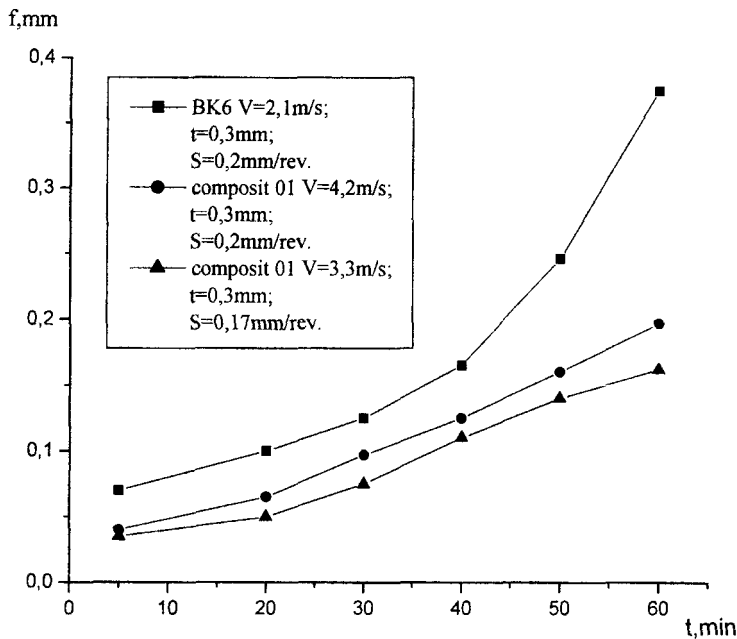


Рис. 3. Зависимость износа режущего лезвия от времени обработки

Эффективность применения резцов из ПСТМ при точении наплавленных и напыленных покрытий в сравнении с твердосплавным инструментом повышается с увеличением твердости покрытия, а также при обработке непосредственно по неровной дефектной поверхности (корке).

Приведенные данные свидетельствуют о перспективности применения лезвийного инструмента из ПСТМ при обработке деталей с упрочняющими покрытиями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Точение износостойких защитных покрытий / С.А. Клименко, Ю.А. Муковоз, Л.Г. Полонский, П.П. Мельничук. - Киев: Техника, 1997.
2. Сравнение обрабатываемости наплавленных поверхностей различными инструментальными материалами / В.В. Коломиец, А.И. Сидашенко, А.Л. Корсун, О.И. Шнирко // Алмазы и СТМ. - 1978. - Вып. 11.
3. Боровский Г.В., Дулебо О.А. Технологические особенности применения лезвийного инструмента при обработке наплавленных поверхностей // Высокоэффективные процессы обработки резанием конструкционных материалов. - М.: ВНИИ, 1986. - С. 31 - 34.
4. Коломиец В.В., Тимофеев В.П., Гордейчук В.П. Работоспособность инструмента и особенности стружкообразования при точении наплавленных поверхностей резцами из гексанида-Р // Высокопроизводительные конструкции режущего инструмента: Матер, семинара. -М.: ВНИИ, 1976. - С. 163 - 165.