

УДК 658.51:621.7

Ш.С. Нозирзода

Sh.S. Nozirzoda

Юргинский технологический институт (филиал)
Национального исследовательского Томского политехнического университета

Yurga Institute of Technology of National Research
Tomsk Polytechnic University Affiliate

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ ДЛЯ ИНСТРУМЕНТОВ С ИЗНОСОСТОЙКИМИ ПОКРЫТИЯМИ

FEATURES OF CALCULATION OF CUTTING DATA FOR TOOLS WITH WEAR-RESISTANT COATINGS

В традиционную методику при назначении режима резания предлагается ввести в формулу для расчета скорости резания дополнительный поправочный коэффициент на вид и марку износостойкого покрытия режущей части инструмента. Проведена оценка поправочного коэффициента на износостойкие покрытия твердосплавных резцов ведущих инструментальных фирм. Рассчитаны значения поправочного коэффициента для условий обтачивания углеродистой стали и серого чугуна.

Ключевые слова: композиционный материал, металлорежущий инструмент, режим резания, поправочный коэффициент для расчета скорости резания.

In conventional methodology in the appointment of modes of cutting it is proposed to introduce in the formula to calculate cutting speed, an additional correction factor on the type and brand of wear-resistant coating of cutting tool. The estimation of the correction factor on the wear-resistant coating of carbide cutting tools leading tool companies. The calculated values of the correction factor for the grinding of carbon steel and gray cast iron.

Keywords: composite material, metal cutting tools, cutting mode, the correction factor to calculate the cutting speed.

Износостойкие покрытия, наносимые на поверхности инструментальных и конструкционных материалов, широко применяются в машиностроении с целью повышения долговечности трущегося поверхностного слоя при одновременном сохранении прочностных характеристик изделия. Так, например, ведущие инструментальные фирмы (SECO, Sandvik Coromant, Kennametal-Hertel и др.) наносят на поверхность режущих лезвий из быстрорежущих сталей и твердых сплавов различные комбинации из тонких слоев карбидов и нитридов тугоплавких материалов и окиси алюминия (TiC, TiN, Al₂O₃ и др.). При этом общая толщина покрытия не превышает 10–20 мкм. В случае превышения данной величины покрытие становится хрупким и мо-

жет отслоиться как при воздействии рабочих нагрузок, так и в процессе нанесения слоев [1]. Подобное явление может возникать также при наплавке, напылении, хромировании, никелировании и ряде других процессов, где имеется четкая граница между слоями (отсутствует значительная диффузионная зона) [2, 3]. При отслаивании появляются межслойные трещины на границе раздела покрытия и основного материала (подложки) [4, 5]. Изделие с покрытой поверхностью представляет собой двухслойный композиционный материал (КМ), в котором верхний слой имеет сравнительно малую величину коэффициента термического линейного расширения по сравнению с подложкой. Прочность многослойных композиционных материалов определяется не только пределами прочности материалов слоев, но и межслойной прочностью [6], поэтому при проектировании изделий с износостойкими покрытиями необходимо учитывать вероятность появления отслаивания покрытия, причиной которого являются термические остаточные напряжения, возникающие между покрытием и подложкой при технологическом нагреве при нанесении покрытия и последующим охлаждением полученного композита.

Исследовательский и производственный опыт эксплуатации режущих инструментов [7], оснащенных твердосплавными сменными многогранными пластинами с износостойкими покрытиями, показывает значительное повышение скорости резания по сравнению с инструментами без покрытия. При этом становится актуальным вопрос назначения экономически обоснованных режимов эксплуатации этого сравнительно нового вида металлорежущих инструментов [8]. Проблема обусловлена, с одной стороны, устаревшей нормативно-справочной базой, а с другой – невысокой конкретностью существующих рекомендаций по назначению режимов резания в каталогах ведущих инструментальных фирм.

С целью решения поставленной задачи предлагается объединить указанные рекомендации и традиционную методику назначения режима резания путем введения в известную формулу Ф.У. Тейлора [9] дополнительного поправочного коэффициента на тип износостойкого покрытия. Тогда, например, при наружном продольном точении получим следующее выражение для расчета скорости резания:

$$V = \frac{C_v}{T_3^m t^x S^y} K_v K_n,$$

где T_3 – экономическая стойкость проходного резца [8], мин; t и S – глубина резания, мм, и подача, мм/об, соответственно; C_v, m, x, y – постоянная и степени влияния факторов на значение скорости резания, соответствующие базовому сочетанию условий обработки; K_v – общий поправочный коэффи-

циент, учитывающий изменение марки обрабатываемого и инструментального материалов, а также состояние поверхностного слоя заготовки, $K_v = K_m K_i K_n$; K_n – поправочный коэффициент на вид и марку износостойкого покрытия режущей части инструмента.

В качестве примера в таблице приведены средние значения коэффициента K_n , рассчитанные для условий обтачивания углеродистой стали с содержанием углерода 0,45 % и серого чугуна с твердостью 190 HB.

Поправочные коэффициенты на износостойкие покрытия
твердосплавных резцов

Фирма	Марка покрытия по каталогу	Состав покрытия	Область применения	Среднее значение K_n
SECO	TP0500	Ti(C, N) + Al ₂ O ₃	Черновая и получистовая обработка сталей	2,7
	TP2500	–	Универсальная для нержавеющей сталей и СЧ	2,0
	TK2001	–	Черновая обработка СЧ и КЧ	2,9
Sandvik Coromant	GC4225	TiN+TiC	Черновая и чистовая обработка сталей	1,5
	GC4005	–	Получистовая и черновая обработка сталей	1,8
	GC4015	–	Получистовая и чистовая обработка сталей	1,65
	GC3215	–	Черновая обработка СЧ	1,5
	GC3205	–	Высокоскоростная обработка СЧ	2,65
Kennametal-Hertel	KC9110	TiCN + Al ₂ O ₃ + TiN	Получистовая обработка стали	1,4
	KC9315	TiN + TiCN + Al ₂ O ₃ + TiN	Получистовая обработка СЧ	1,35

Расчеты производились по данным справочника [9] и каталогов трех фирм. При этом средняя экономическая стойкость резцов ($\varphi = 90^\circ$ и $\varphi = 45^\circ$) была принята равной 15 мин [8]. Все покрытия на твердый сплав были нанесены методом CVD.

Анализ результатов проведенных расчетов показывает существенный разброс в значениях поправочного коэффициента на износостойкое покрытие как внутри каждой фирмы-производителя, так и между ними. Возможно, это связано с разной рекламной политикой. Таким образом, для использования этих данных на производстве необходимо проводить ускоренные стойкостные испытания, уточняющие значения коэффициента K_n , и создавать собственную нормативную базу [9, 10].

Список литературы

1. Петрушин С.И., Сапрыкин А.А., Дуреев В.В. Проектирование и производство изделий из инструментальных композиционных материалов. – Томск: Изд-во Том. политехн. ун-та, 2014. – 205 с.
2. Тялина Л.Н., Минаев А.М., Пручкин В.А. Новые композиционные материалы: учеб. пособие. – Тамбов: Изд-во Тамбов. гос. техн. ун-та, 2011. – 80 с.
3. Металлополимерные композиты (получение, свойства, применение) / В.М. Бузник, В.М. Фомин, А.П. Алхимов [и др.]. – Новосибирск, 2005. – 260 с.
4. Petrushin S.I. Calculation of residual stresses in multilayer composite materials // Applied Mechanics and Materials. – 2013. – Vol. 379. – P. 95–100.
5. On the problem of wear resistant coatings separation from tools and machine elements / S.I. Petrushin, R.K. Gubaydulina, S.V. Grubiy, A.V. Likholat // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2015. – Vol. 91. – P. 1–7.
6. Полимерные композиционные материалы / С.Л. Баженов, А.А. Берлин, А.А. Кульков, В.Г. Ошмян. – Долгопрудный: Интеллект, 2010. – 352 с.
7. Верещака А.С. Работоспособность режущего инструмента с износостойкими покрытиями. – М.: Машиностроение, 1993. – 336 с.
8. Петрушин С.И. Экономически обоснованный срок службы режущих инструментов // Вестник машиностроения. – 2007. – № 4. – С. 40–46.
9. Машиностроение: энциклопед. справ. Т. 1, кн. 2. Инженерные расчеты в машиностроении. – М.: Машгиз, 1948. – 457 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.М. Дальского [и др.]. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 2. – 944 с.

Получено 08.09.2016

Нозирзода Шодмон Салохидин – студент кафедры «Технология машиностроения», Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Научный руководитель – **Сергей Иванович Петрушин**, доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения», Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, e-mail: psi@tpu.ru.

Научный руководитель – **Роза Хамидовна Губайдулина**, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология машиностроения», Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета, e-mail: victory_28@mail.ru.