



ПРОГРАММА МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
**«ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ,
РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
МЕХАТРОННЫХ СТАНОЧНЫХ СИСТЕМ»,**

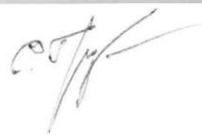
ПОСВЯЩЕННОЙ 90-ЛЕТИЮ
СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЗАСЛУЖЕННОГО
ДЕЯТЕЛЯ НАУКИ РСФСР И БАССР,
Д.Т.Н., ПРОФЕССОРА А.Д. МАКАРОВА

7-10 СЕНТЯБРЯ 2009, г. УФА



Оптимизация процессов резания
Разработка и эксплуатация
Мехатронных станочных систем

Уфа 2009



Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Уфимский государственный авиационный технический университет

Посвящается 90-летию со дня
рождения заслуженного деятеля
науки РФ и РБ, доктора
технических наук, профессора
Макарова А. Д.

*ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ,
РАЗРАБОТКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ
МЕХАТРОННЫХ СТАНОЧНЫХ СИСТЕМ*

Межвузовский научный сборник

Уфа 2009

СЕКЦИЯ 1.
ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ
В МЕХАТРОННЫХ СТАНОЧНЫХ СИСТЕМАХ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ИЗНАШИВАНИЯ РЕЗЦОВ
ИЗ НИТРИДА БОРА ПРИ ТОЧЕНИИ ЗАГОТОВОК ВИНТОВ
И ГИЛЬЗ ИЗ ЗАКАЛЕННЫХ СТАЛЕЙ

С. В. Грубый, И. А. Агморков
(МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Россия)

Results of modeling of process of wear process of single-point tools from boron nitride are resulted at turning preparations from the tempered steel. Optimum regime parameters of processing with use of a method of linear programming are defined. Settlement dependences of speed of wear process, sizes of deterioration and firmness of the tool are received. Results of researches are used for working out of technology of processing of preparations of the special screw.

Мировой тенденцией в металлообработке является замена операций шлифования закаленных сталей точением инструментом, оснащенным сверхтвердыми инструментальными материалами и режущей керамикой.

Современные синтетические сверхтвердые материалы (СТМ) включают три группы: на основе углерода (синтетические алмазы); на основе нитрида бора со структурой кубической сфалеритоподобной или вюрцитоподобной; композиционные материалы. Гексагональный нитрид бора служит исходным материалом для получения кубической и вюрцитной модификаций.

Кубический нитрид бора состоит из атомов азота и бора в такой же пространственной конфигурации, что и алмаз. СТМ на его основе отличаются параметрами и технологией синтеза, исходным сырьем, легирующими компонентами: эльбор-Р (композит 01), ПКНБ, ниборит, исмит, киборит, белбор (композит 02), композит 05.

Гексагональная плотноупакованная вюрцитная модификация нитрида бора синтезирована с помощью ударных волн [1]. Промышленное значение имеет СТМ из поликристаллических спеков вюрцитного нитрида бора без смешивания его с кубической модификацией и имеющая структуру вюрцитного и кубического нитрида бора - гексанит-Р (композит 10 или композит 10Д – двухслойные пластины с рабочим слоем из гексанита-Р). Отличительной особенностью гексанита-Р является способность работать в условиях прерывистых ударных нагрузок.

Процесс резания инструментом из нитрида бора при обработке закаленных сталей твердостью до HRC 65 изучен экспериментально [1, 2].

Рекомендуемые диапазоны режимных параметров точения в этих условиях составляют: скорость резания $50 \div 200$ м/мин, подача $0,02 \div 0,1$ мм/об, глубина $0,1 \div 0,5$ мм, работа без СОЖ. Шероховатость обработанной поверхности при выборе малых значений подач составляет значения в пределах $Ra 0,63 \div 0,16$. Процесс резания характеризуется коэффициентом усадки в пределах $0,6 \div 1,5$, силы резания с увеличением износа инструмента возрастают до 100 Н, температура резания изменяется в пределах $400 \div 1100$ °С. Наблюдения за состоянием контактных поверхностей показали наличие активных адгезионных процессов в зоне контакта трущихся пар. Коэффициент трения нитрида бора по закаленной стали снижается с увеличением скорости скольжения и находится в пределах $0,2 \div 0,4$.

Основываясь на степенных зависимостях, приведенных в работе [2], определены оптимальные значения скорости резания и подачи для условий обработки гильзы из стали марки ШХ15 HRC $60 \div 62$ с наружным диаметром 88 мм и длиной обработки 120 мм. В качестве метода оптимизации выбран метод линейного программирования, где целевой функцией является переменная часть штучного времени, а технологическими ограничениями - стойкость инструмента, шероховатость обработанной поверхности, мощность привода главного движения, деформация вершины инструмента, деформация поверхности заготовки под действием силы резания. Оптимальные значения режимных параметров соответствуют точке пересечения линий ограничения стойкости инструмента и шероховатости обработанной поверхности. Например, для значения глубины резания $t = 0,2$ мм, стойкости $T = 60$ мин, шероховатости $Ra = 0,63$ мкм оптимальные значения режимных параметров составили: скорость резания $v = 106$ м/мин, подача $0,06$ мм/об.

Учитывая значительную трудоемкость проведения экспериментов, подтверждающих исходные степенные зависимости и оптимальные режимы резания, разработана расчетная методика по анализу обрабатываемости конструкционных сталей и сплавов, которая справедлива в том числе и для условий обработки закаленных сталей резцами из нитрида бора [3]. Исходными данными для расчета являются: режимные параметры, геометрические параметры инструмента, механические и физические характеристики инструментального и обрабатываемого материалов как функции температуры резания, параметры шероховатости изнашиваемой поверхности инструмента.

Установленные количественные связи физической модели позволяют рассчитать скорость изнашивания инструмента по задней поверхности и интенсивность изнашивания в направлении нормали к поверхности контакта. Значения скорости изнашивания использованы для расчета величины износа и стойкости инструмента путем численного интегрирования.

В качестве примера на рисунке приведены расчетные кривые износа резцов из нитрида бора при обработке стали ШХ15 HRC 62 для различных значений скорости резания. Не вызывает затруднений по расчетным кривым износа получить обобщенные стойкостные зависимости степенного или иного

вида. Расчетные зависимости скорости изнашивания рекомендованы для использования в алгоритмах оптимального управления режимными параметрами при точении закаленных сталей.

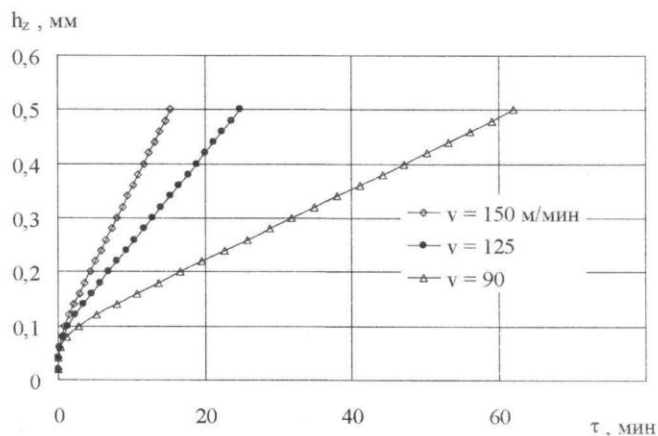


Рис.1 Расчетные кривые износа резцов из нитрида бора: $t = 0,2$ мм, $s = 0,07$ мм/об

Эффективность разработанной расчетной методики будет проверена в ходе отработки режимов чистового точения фасонной поверхности канавки специального винта из стали 18Х2Н4МА. Предварительно профиль канавки формируется комплектом твердосплавных резцов. Затем наружная поверхность винта цементируется на глубину $0,8 \div 1,2$ мм с последующей закалкой до твердости HRC 57. На чистовую обработку оставлен припуск 0,3 мм, который предполагается снять за два прохода комплектом спрофилированных резцов из гексанида-Р. В качестве заготовки для резца будет использована пластина $d = 6,4$ мм из композита 10.

Список литературы

1. Высокопроизводительные инструменты из гексанида-Р / Карюк Г.Г., Бочко А.В., Мойсеенко О.И., Сидоренко В.К. - Киев: Наук. думка, 1985. – 136 с.
2. Эльбор в машиностроении / Лысанок В.С., Букин В.А., Глаговский Б.А., Боровский Г.В. и др. – Л.: Машиностроение, 1978. – 280 с.
3. Грубый С.В. Моделирование процесса изнашивания резцов из нитрида бора при обработке закаленных сталей // Технология металлов. 2003, №11. С. 11-15.