

Л и т е р а т у р а

1. Dawihl Walther, Klingler Emil. Beitrag zur Erklärung des Abnutzungswiderstandes in Abhängigkeit von der Gleitgeschwindigkeit durch Drehversuche mit vorerhitzten Werkzeug - Schneiden. „VDI-Zeitschrift“, 1965, 107, № 7, 321-329.
2. Dawihl Walther, Altmeyer Georg. Zur Kenntnis des Erholungseffektes an Werkzeugschneiden. „Z. Metallkunde“, 1964, 55, № 1, 46-48.

УДК 621.9.015.02:620.191

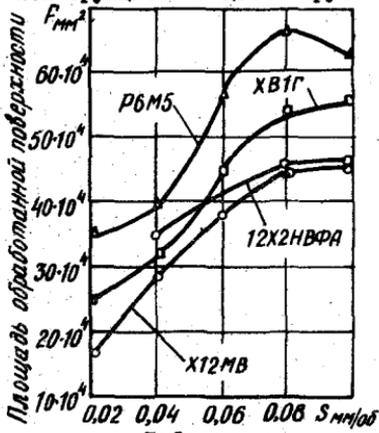
М.А.Аранзон, В.Г.Круцило

ПРИМЕНЕНИЕ ТОНКОГО ТОЧЕНИЯ СТАЛЕЙ ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ РЕЗЦАМИ ИЗ СВЕРХТВЕРДЫХ МАТЕРИАЛОВ ВМЕСТО ШЛИФОВАНИЯ

Исследования и производственный опыт свидетельствуют о том, что традиционные методы шлифования на финишных операциях технологического процесса часто не обеспечивают необходимого качества обрабатываемых поверхностей изделий. Это объясняется возникновением в процессе шлифования прижогов, приводящих к образованию трещин и снижению поверхностной твердости, маркированием обработанной поверхности абразивом, а также формированием в поверхностном слое деталей растягивающих остаточных напряжений, снижающих эксплуатационные характеристики изделий. Указанные отрицательные явления могут быть устранены при замене шлифования тонким точением резцами из сверхтвердых материалов (СТМ) на основе нитрида бора. При этом весьма важно в каждом конкретном случае установить целесообразность такой замены с точки зрения ее экономичности. Результаты проведенного анализа показывают, что, когда высокое качество обрабатываемых поверхностей деталей является определяющим фактором, процесс точения резцами из СТМ может оказаться более экономически выгодным, чем шлифование, даже при более низкой производительности труда. При невысоких требованиях к качеству обработки на первый план среди других факторов выступает производительность труда.

На рис. 1 приведены графики зависимости площади поверхности F , обработанной одним резцом из эльбора-Р до его затупления, от пода-

чи при точении закаленных инструментальных сталей Р6М5, ХВ1Г, Х12МВ и конструкционной цементруемой стали 12Х2НВФА твердостью НРС



Р и с. 1. Зависимость площади поверхности, обработанной одним резцом из эльбора-Р до его затупления, от подачи при точении сталей твердостью НРС 60...62. $V = 1,2$ м/с; $t = 0,2$ мм; допустимый износ по задней поверхности $h_3 = 0,4$ мм

...1,8 м/с площадь обработанной поверхности или несколько снижается, или остается примерно постоянной.

При выборе диапазона рациональных скоростей резания в случае обработки высокоточных и длинномерных деталей следует учитывать также закономерность изменения размерного износа инструмента. Установлено, что относительный линейный износ $h_{ол}$ имеет минимальное значение в диапазоне скоростей резания $V = 1...1,7$ м/с. В пределах этих скоростей резания достигается наибольшая точность обработанной поверхности. Они же, как правило, являются оптимальными и по стойкости инструмента.

Об ограничениях, накладываемых шероховатостью обработанной поверхности на выбор подачи, можно судить по следующим данным. При работе на обычном оборудовании с подачами $S = 0,04...0,06$ мм/об шероховатость обработанной поверхности может быть получена до $Ra = 0,63$ мкм, а с подачами $S = 0,10...0,12$ мм/об - до $Ra = 1,25$ мкм. Более низкая шероховатость обработанной поверхности в

60...62. Резцы имели следующие оптимальные геометрические параметры: $\gamma = -10^\circ$; $\alpha = \alpha_1 = 20^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 20^\circ$; $\lambda = 0^\circ$; $\tau = 0,4$ мм. В качестве критерия затупления был принят износ по задней поверхности $h_3 = 0,4$ мм.

Согласно рис. 1, площадь обработанной поверхности в значительной степени зависит от подачи при $S < 0,08$ мм/об. При более высоких подачах площадь мало изменяется. Следует при этом отметить, что применение подач

$S > 0,12...0,14$ мм/об является нежелательным в связи с частым выкрашиванием режущего лезвия инструмента. Что касается влияния скорости резания, то с ее увеличением в пределах $V = 0,7 ...$

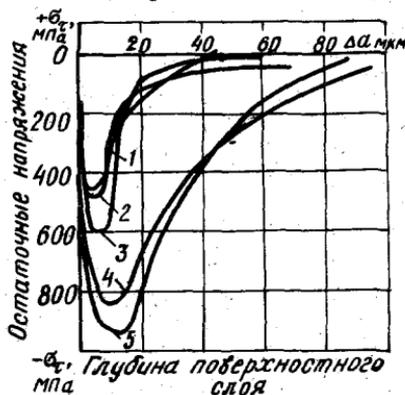
пределах $R_a = 0,32 \dots 0,63$ мкм получается при точении на прецизионных станках. По мере износа резцов из СТМ наблюдается некоторое увеличение шероховатости обработанной поверхности. Тем не менее, часто наблюдается и обратная картина. В период приработки резца и на конечной стадии его износа шероховатость уменьшается, что вызвано выглаживающим эффектом.

Одним из преимуществ процесса точения сталей высокой твердости резцами из СТМ является образование в поверхностном слое обрабатываемых деталей сжимающих остаточных напряжений. Это особенно важно для изделий, работающих в условиях знакопеременных нагрузок и высоких температур. На рис. 2 показаны эпюры остаточных напряжений, полученные при точении

с различными подачами стали Х12МВ (HRC 60) резцами из эльбора-Р. С увеличением подачи значительно возрастает уровень и глубина залегания остаточных напряжений сжатия, и при $s = 0,12 \dots 0,16$ мм/об максимум остаточных напряжений достигает $\sigma_{сж, max} = (-850) \dots (-950)$ МПа, а поле этих напряжений простирается на глубину до 80... 100 мкм.

Исследования показывают, что увеличение скорости резания в пределах $V = 0,7 \dots 1,7$ м/с также способствует росту сжимающих остаточных напряжений. При более высоких скоростях резания уровень остаточных напряжений несколько падает.

Приведенные особенности формирования остаточных напряжений в поверхностном слое сталей, закаленных на высокую твердость, объясняются определяющим влиянием на механизм образования остаточных напряжений физико-механических свойств обрабатываемого материала и связанного с ними характера стружкообразования. Исследования показывают, что элементная струж-



Р и с. 2. Зависимость остаточных напряжений в поверхностном слое закаленной стали Х12МВ (HRC 60) от подачи при точении резцами из эльбора-Р. $V = 1,3$ м/с, $t = 0,2$ мм

- 1 - $s = 0,02$ мм/об;
- 2 - $s = 0,04$ мм/об;
- 3 - $s = 0,08$ мм/об;
- 4 - $s = 0,12$ мм/об;
- 5 - $s = 0,16$ мм/об

ка, образующаяся при обработке малопластичных материалов, способствует созданию необходимых условий для возникновения в поверхностном слое деталей остаточных напряжений сжатия, и наоборот - непрерывный характер стружки, свойственный процессу резания пластичных материалов, обуславливает формирование растягивающих остаточных напряжений.

В процессе точения резцами из СТМ сталей твердость выше, чем НРС 55, образуется элементная стружка, которая с увеличением подачи и скорости резания приобретает все более резкоэлементный вид с весьма малым коэффициентом сплошности. Это обстоятельство и определяет формирование сжимающих остаточных напряжений. При точении закаленных сталей твердость НРС 45, когда стружка приобретает непрерывный (сливной) вид, в поверхностном слое возникают растягивающие напряжения.

Разработанные научно обоснованные рекомендации по точению сталей высокой твердости резцами из СТМ реализованы в Кушбшевском моторостроительном объединении им. Фрунзе. Длительный производственный опыт данного предприятия показал, что одной из эффективных областей применения резцов из СТМ на основе твердого нитрида бора является тонкое точение закаленных цементированных сталей. Использование вместо шлифования точения резцами из эльбора-Р или гексанида-Р на финишных операциях изготовления ответственных деталей изделий из указанных сталей позволило полностью исключить брак по трещинам, поставить вопрос о ликвидации операции промежуточной стабилизирующей термообработки (низкотемпературный отпуск), предусмотренный технологическим процессом при шлифовании цементированных поверхностей, улучшить качество поверхностного слоя деталей за счет формирования в нем благоприятных сжимающих остаточных напряжений и увеличить производительность обработки.

Характерным в этом отношении является обработка закаленных цементированных сталей 12Х2Н4А-ВД (НРС > 58), 20Х2Н4АВ (НРС > 62), 18Х1Т (НРС 60...64), особенно подверженных трещинообразованию при шлифовании. В результате замены процесса шлифования этих сталей точением резцами из эльбора-Р (при безударной нагрузке) или резцами из гексанида-Р (при работе с ударами) не только ликвидированы трещины на обрабатываемых поверхностях, но и уменьшено итучное время обработки в 2,5 - 3,3 раза. При этом достигаются требуемые шероховатость обработанной поверхности в пределах $R_a = 0,63-1,25$ мкм и точность по 6-му качеству.

Таким образом, за счет рационального использования резцов из СТМ на предприятии решена проблема качественной и производительной обработки большой номенклатуры деталей из труднообрабатываемых цементированных сталей. Экономический эффект от внедрения в производство процесса точения сталей резцами из СТМ составляет 96 тысяч рублей в год.

УДК 621.789

М.П.Алексин, А.А.Демьянко, В.В.Чернякин

УПРОЧНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТА ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ

Сущность упрочнения инструмента облучением на квантовом генераторе (способ ОКГ) заключается в том, что под воздействием световой энергии луча квантового генератора происходит дополнительная термообработка облучаемой поверхности, которая увеличивает твердость и износостойкость.

Световой луч диаметром d от лазерной установки в виде импульсов направляется на упрочняемую поверхность так, чтобы последующий импульс перекрывал площадь предыдущего на 25...30%. Падающий на поверхность световой поток луча поглощается поверхностью и частично отражается от нее. Поглощение световой энергии происходит в слое, соразмерном глубине проникновения света в металл (0,1...1,0 мм). Вглубь поглощенная энергия передается за счет механизма электронной теплопроводности. Процесс воздействия луча лазера на обрабатываемую поверхность характеризуется большими скоростями нагрева и охлаждения. При длительности импульса в $1,9 \cdot 10^{-3}$ с и удельной мощности около 10^5 Вт/см² скорость нагрева и охлаждения зоны воздействия составляет примерно 10^6 град/с. За счет изменения удельной мощности облучаемую поверхность можно нагревать, плавить или напаять. Для упрочнения применяют такие режимы, которые не вызывают нарушения целостности упрочняемой поверхности. Глубина зоны воздействия светового луча при таких режимах не превышает 0,2 мм, при этом высокие скорости нагрева и охлаждения приводят к