

Следовательно, при пластическом контактировании шарика или ролика с поверхностью произвольной кривизны, приведенный диаметр определяется так же, как и при контактировании индентора с плоскостью.

Таким образом, настоящая методика позволяет более обоснованно подходить к выбору режимов упрочняющей обработки деталей машин инденторами произвольной кривизны.

УДК 621.941.1

В.А. Николаев, канд.техн.наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БОКОВОГО СМЯТИЯ НА ИЗНОС РЕЗЦОВ И КАЧЕСТВО ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

На качество обработанной поверхности при тонком точении износ резцов оказывает более существенное влияние, чем при других видах токарной обработки.

При снятии тонких стружек происходит заметная поверхностная деформация в виде бокового смятия материала. Для обнаружения эффекта бокового смятия материала был использован сравнительный метод определения течения металла с помощью металлографического микроскопа при точении стали 45 резцами из лейкосапфира и твердого сплава ТЗ0К4.

Геометрические параметры и режимы обработки в обоих случаях были одинаковыми: $\gamma = -10^\circ$; $\alpha = 8^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$; $\lambda = 0$; $r = 0,3$ мм; $v = 165$ м/мин; $t = 0,15$ мм; $s = 0,03$ мм/об.

Установлено, что при тонком точении металл перемещается в направлении, противоположном направлению подачи, причем заусеницы образуются на кромках следов подачи (так называемый эффект выдавливания). Такое действие слабо проявляется при остро заточенном инструменте и значительно усиливается при притупленном. Изучение данного эффекта проводилось путем фотографирования (с увеличением в 200 раз) резцов и обработанной поверхности при $h = 0,06$ мм. Имеющиеся на гребешках подачи заусеницы свидетельствуют об эффекте бокового смятия (рис. 1), после же отделения стружки материал еще подвергается деформации. Канавки, обнаруженные на передней и задней поверхностях резца, являются общей формой износа как для монокристаллических инструментов

(лейкосапфир, алмаз, рубин), так и для поликристалльных (ТЗОК4).

На канавочный износ резца (рис. 2) оказывают влияние напряжения сжатия, возникающие между деталью и поверхностью резца, боковое смятие металла (начинает оказывать заметное влияние при скоростях резания 200...300 м/мин) и его окисление (при скоростях резания выше 300 м/мин, когда температура превысит 800°C). Исследования показали, что решающим фактором "канавочного" износа является напряженное состояние участка резца. Так, в исследуемых резцах наибольший "канавочный" износ наблюдался по самой нагруженной вспомогательной задней грани.

При определенных условиях стружка, сходящая по передней поверхности резца, отжимает часть выступа микронеровности во впадину и несколько уменьшает величину микронеровности (шероховатости).

Величина бокового смятия материала зависит от вида инструмента и его геометрических параметров. При использовании твердосплавных резцов на гребешках подачи фиксировались заусеницы величиной от 22 до 45 мкм, при обработке монокристалльными инструментами они были значительно меньше. Так, для резцов из лейкосапфира величина заусениц колеблется в пределах 3...8 мкм. Применение поликристалльных инструментов по сравнению с монокристалльными приводит к большему эффекту бокового смятия. Из геометрических параметров на боковое смятие влияют: угол схода стружки $\varphi_{\text{стр}}$ (рис. 3), вспомогательный угол в плане, главный угол в плане, радиус округления режущих кромок и радиус при вершине резца.

При углах схода стружки, больших $30...45^{\circ}$, эффект бокового смятия проявляется незначительно. При малых углах схода стружки материал в точке ее отделения может получить боковое смещение.

Увеличение главного угла в плане способствует уменьшению угла схода стружки, увеличению поперечной усадки ее и, как следствие, повышению бокового смятия обрабатываемого материала. Увеличение вспомогательного угла в плане означает, что боковая сторона стружки и вспомогательная режущая кромка располагаются плотнее друг к другу, что также способствует боковому течению обрабатываемого материала. Поэтому, очевидно, резцы с полирующей фасеткой, где $\varphi_0 = 0$,

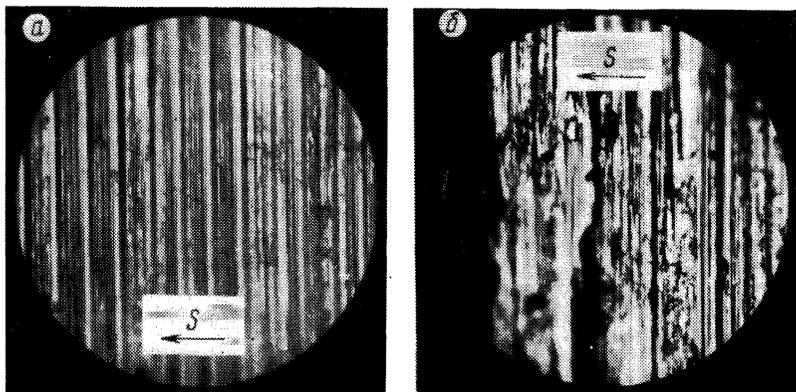


Рис. 1. Качество обработанной поверхности стали 45 при использовании реза из лейкосапфира (а) и твердосплавного реза Т30К4 (б).

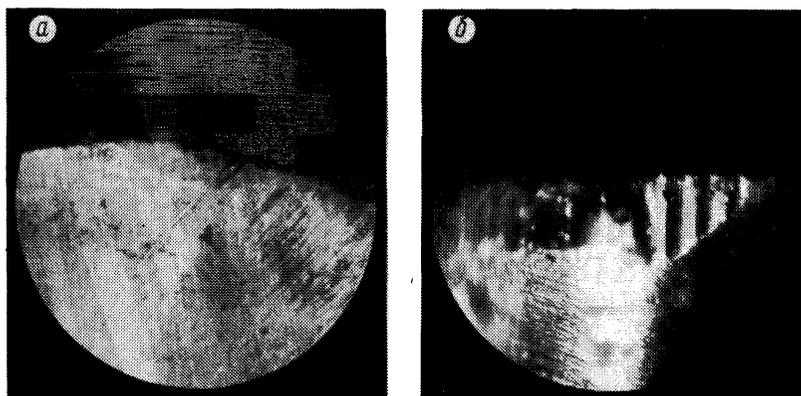


Рис. 2. Износ лейкосапфирового реза при точении стали 45 по передней поверхности (а) и канавочный износ по вспомогательной задней поверхности (б).

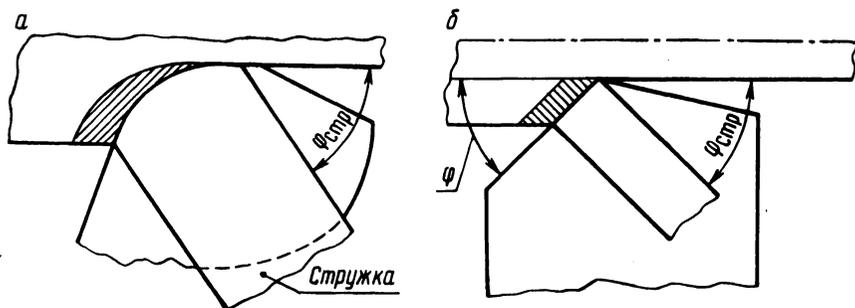


Рис. 3. Определение угла схода стружки для реза с закругленной режущей кромкой (а) и прямолинейной (б).

позволяют получить минимальную шероховатость обработанной поверхности.

Наиболее существенное влияние на боковое течение материала оказывает радиус скругления режущей кромки ρ . Поверхности, обработанные новым неизношенным резцом, имеют гребешки подачи с сильным боковым смятием, если радиус режущей кромки достаточно велик.

Как отмечалось, при эффекте бокового смятия материал после отделения стружки подвергается деформации. Так как при этом металл наклепан (зачастую до предела), то происходит его разрыхление, приводящее к появлению трещин, отслаиванию и шелушению металла.

С физической точки зрения боковое смятие материала можно объяснить перенаклепом металла, когда первоначальные его свойства уже восстановить невозможно. При отсутствии бокового смятия металла улучшить качественные характеристики (требуемую шероховатость и глубину наклепа) предварительно обработанными лейкосапфировыми резцами деталей из стали 45 можно путем последующего выглаживания поверхности. Если процесс обработки сопровождается боковым смятием металла, то операция выглаживания эффекта не дает. Шероховатость обработанной поверхности может достичь 10-го класса, но физико-механические свойства ее будут неоднородны.

Таким образом, боковое смятие обрабатываемого материала при тонком точении оказывает существенное (хотя и не основное) влияние на канавочный износ резцов и решающее влияние на работоспособность обработанной поверхности. Боковое течение металла не является постоянным в зоне резания и при правильном выборе материала инструмента, его геометрии, режимов обработки может быть сведено до минимума. Для резцов рекомендуются: углы в плане $45...60^\circ$, вспомогательные углы в плане $5...15^\circ$; радиус при вершине $0,2... 0,3$ мм. С целью обеспечения заданного качества обработанной поверхности следует отдать предпочтение монокристальному (лейкосапфир), а не поликристальному (ТЗОК4) инструменту.

Таким образом, при оптимизации процесса тонкого точения следует учитывать эффект бокового смятия.