

4. Малоцикловая выносливость круглых образцов, обработанных прерывистым кругом, в полтора раза выше по сравнению с выносливостью образцов, обработанных сплошным кругом.

### Л и т е р а т у р а

1. Биргер И.А. Остаточные напряжения.-М.: Машгиз, 1963.
2. Зигварт Т.Г. Влияние остаточных напряжений на предел выносливости. В сб. статей "Усталость металлов", -М., 1961.
3. Маслов Е.Н. Основы теории шлифования.-М.: Машгиз, 1951.

УДК 621.923.5.048

М.С.Нерубай, А.В.Кульков

### УЛЬТРАЗВУКОВОЕ НАРУЖНОЕ СУПЕРФИНИШИРОВАНИЕ ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

Существующие в настоящее время методы механической обработки не всегда удовлетворяют возрастающему требованию к производительности и качеству обработки. Это в первую очередь относится к традиционной технологии чистовой обработки, базирующейся на шлифовальных операциях, известные недостатки которой предопределяют необходимость перехода к обработке брусками, и, в частности, замене шлифования суперфинишированием. Особый интерес представляет дальнейшее совершенствование указанных методов на основе использования комбинированного воздействия нескольких видов энергии или совмещение различных способов ее подвода.

Одним из перспективных направлений в повышении производительности и улучшении качества поверхности при абразивной обработке является введение в зону резания ультразвуковых колебаний малой амплитуды. Установлено, что общей закономерностью воздействия ультразвуковых колебаний на различные процессы абразивной обработки является то, что съем металла носит незатухающий характер, продолжается весь цикл обработки и со временем практически не меняется. Так, при ультразвуковом суперфинишировании титановых сплавов BT3-1 и BT-22 работоспособность брусков с течением времени не уменьшается, съем металла продолжается весь период обработки и через 120 с почти

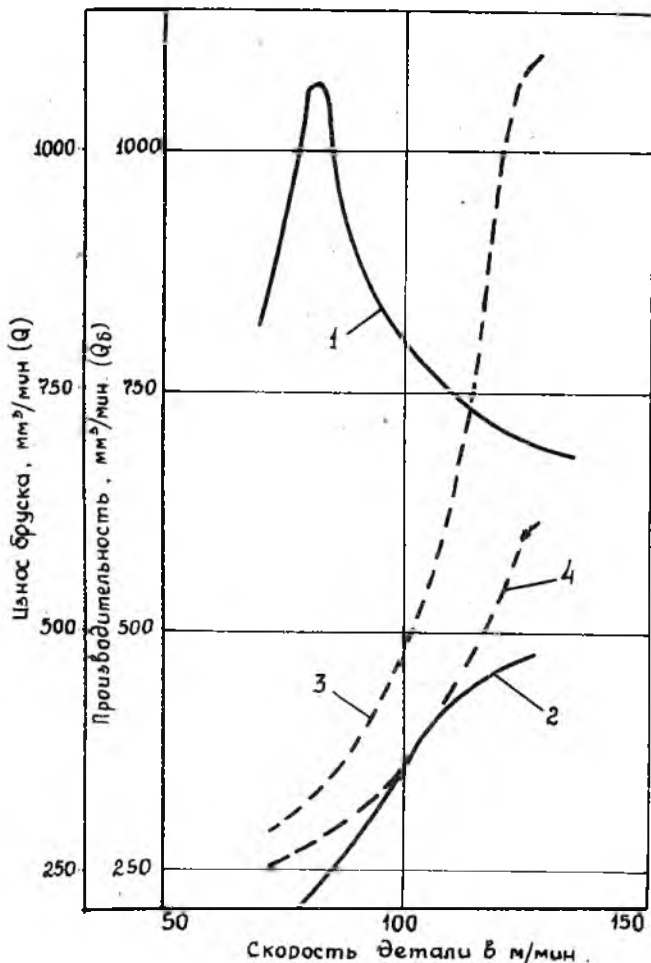
в 8 раз превышает съем при обычном суперфинишировании. Изучение поверхности абразивных инструментов показало, что снижение их режущей способности при обычной обработке происходит преимущественно в результате адгезионно-усталостного износа, о чем свидетельствуют, в частности, характерные для адгезионного взаимодействия налипы металла, адгезионные кратеры и ориентированные микротрещины на задней поверхности зерен. При ультразвуковой абразивной обработке адгезионное и диффузионно-химическое взаимодействие зерен и обрабатываемого материала резко уменьшается, наросты и налипы практически не образуются, а межзеренное пространство свободно от стружки и отходов производства. Амплитуда колебаний оказывает существенное влияние на износ инструмента. В диапазоне амплитуд от 5 до 15 мкм удельный износ абразивного инструмента в 1,5-2 раза шире, чем при обычной обработке. Высота микронеровностей снижается с 2,5 до 0,65.

Как показали проведенные исследования, процесс суперфиниширования титановых сплавов может осуществляться по следующим основным схемам.

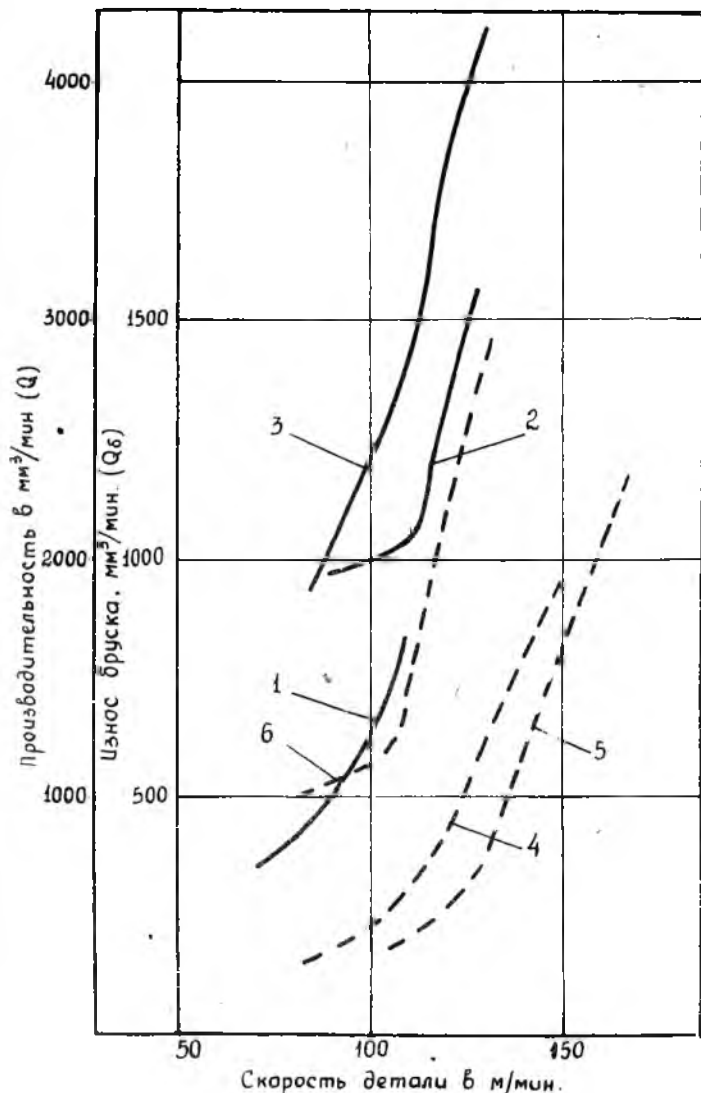
Первая схема (микрорезанка). Обработка осуществляется в условиях непрерывного самозатачивания брусков. Точность размера и форма детали обеспечиваются непрерывным съемом металла, величина которого остается постоянной при данных условиях выполнения операции в течение всего периода снятия припуска. Общая величина снятого припуска пропорциональна продолжительности операции. Шероховатость обработанной поверхности устанавливается в начальный период суперфиниширования и при увеличении продолжительности операции обычно не изменяется. Схема осуществляется при относительно небольшой прочности удержания зерен в связке и значительном их расходе.

Вторая схема (смешанная). Обработка начинается микрорезанкой острыми абразивными зёрнами в условиях самозатачивания брусков. После достижения определенной площади контакта брусков с обрабатываемой поверхностью самозатачивание прекращается и обработка продолжается затупившимися зёрнами, переходя в процесс полирования.

Третья схема (полирование). Обработка начинается без этапа микрорезания непосредственно с процесса пластического деформирования неровностей поверхности. Схема осуществляется при высокой прочности удержания зерен связкой. Анализ особенностей формообразования при суперфинишировании показал, что для процессов абразивной обработки с применением ультразвуковых колебаний характерно преобладание I-й схемы обработки. Установлено, что ультразвуковые



Р и с. 1. Влияние скорости вращения детали на  $Q$  и  $Q_p$  процесса ультразвукового суперфиниширования титанового сплава ВТЗ-1 бруском 64СМ20С1К5, в зависимости от разной величины удельного давления 1,3 - 0,3 МПа, 2,4 - 0,2 МПа



Р и с. 2. Влияние скорости вращения детали на  $Q$  и  $Q_6$  процесса ультразвукового суперфинишования бруском 6305ПС1КВ8 титанового сплава ВТЗ-1, в зависимости от разной величины удельного давления 1,4 - 0,1 МПа; 2,5 - 0,2 МПа; 3,6 - 0,3 МПа

колебания оказывает положительное влияние на характер съема металла и на силы при микрорезании отдельными зернами и тем самым способствует повышению эффективности абразивной обработки. В интервале скоростей от 10 до 120 м/мин суперфиниширование осуществляется в режиме микрорезания. На это, в частности, указывает увеличение износа брусков, обновление режущих зерен. С увеличением скорости выше 120 м/мин процесс трансформируется в трение-полирование, о чем свидетельствует уменьшение износа брусков в этом интервале скоростей. Зависимость производительности ( $Q$ ) и износа брусков ( $Q_8$ ) от давления бруска на обрабатываемую поверхность носит экстремальный характер. При снижении давления ниже оптимального уменьшается толщина слоя, срезаемого отдельными зернами, что приводит к снижению удельной производительности.

Основные показатели процесса ультразвукового суперфиниширования титановых сплавов существенно зависят от зернистости абразивных брусков. С увеличением зернистости уменьшается величина контактной режущей поверхности бруска и увеличивается фактические удельные нагрузки, приходящиеся на одно зерно, что облегчает внедрение зерен в обрабатываемую поверхность и процесс микрорезания. Так, с увеличением зернистости от М20 до БП производительность суперфиниширования при обработке ВТ3-1 возрастает с 1100 мм<sup>3</sup>/мин до 4200 мм<sup>3</sup>/мин, (рис. 1, 2), а удельная производительность с 0,9 до 4 одновременно увеличивается износ абразивных брусков в 1,3 раза.

Аналогичные результаты получены при обработке титанового сплава ВТ 22.

Таким образом, применение ультразвуковых колебаний при обработке существенно повышает режущую способность инструмента и производительность процесса суперфиниширования.

УДК 621.923.04

Н.Ф.Торопов

К ВОПРОСУ ОБ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИСПЫТАНИЯХ АБРАЗИВНЫХ  
ИНСТРУМЕНТОВ НА АВТОМАТИЗИРОВАННОМ КОМПЛЕКСЕ

Как отмечалось ранее [1], оценка качества абразивного инструмента по эксплуатационным показателям требует методически нового подхода к определению этих показателей.