

Разработка информационной системы метрологического обеспечения технологической подготовки производства и проектирования контрольных операций «ИСМО ТПП» проведена в инструментальной системе программирования Delphi 6.0, располагающей широкими возможностями по созданию интегрированных прикладных систем, работающих под управлением операционной системы Windows, генерации удобных пользовательских и функциональных интерфейсов и приложений баз данных. «ИСМО ТПП» может быть использована в различных системах автоматизированного проектирования в качестве внедренного OLE-объекта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Технический контроль в машиностроении: Справочник проектировщика / Под общ. ред. В.Н. Чупырина, А.Д. Никифорова, – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.
2. Статистический анализ конструктивных элементов и технологических параметров деталей / М.Л. Хейфец, В.С. Точило, В.Н. Семенов, С.В. Кухта, Л.Н. Косяк. – Новополоцк: ПГУ, 2001. – 112 с.
3. Алексеев О.Г. Комплексное применение методов дискретной оптимизации. – М.: Наука, 1987. – 248 с.
4. Точность и производственный контроль в машиностроении: Справочник / И.И. Балонкина, А.К. Кутай, Б.М. Сорочкин, Б.А. Тайц; Под общ. ред. А.К. Кутая, Б.М. Сорочкина. – Л.: Машиностроение, 1983. – 368 с.
5. Интеллектуальное производство: состояние и перспективы развития / Под общей ред. М.Л. Хейфеца и Б.П. Чемисова. – Новополоцк: ПГУ, 2002. – 268 с.

УДК 553.8

В.П. Луговой

ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ПРИ ШЛИФОВАНИИ ЮВЕЛИРНЫХ КАМНЕЙ

*Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь*

Особенностью механической обработки ювелирных камней является применение преимущественно абразивных методов обработки как единственного способа удаления припуска с поверхности хрупких материалов. При этом методы обработки со связанным абразивом являются более предпочтительными по сравнению с методами обработки со свободным абразивом как

более производительные для быстрого достижения требуемой формы и точности размеров. Процессы шлифования конструкционных материалов, и в частности — металлов, изучены в должной мере. Они позволяют использовать существующие в справочной литературе нормативные рекомендации по назначению режимов резания, выбору зернистости абразивного инструмента для достижения требуемого качества поверхностного слоя материала. Ювелирные камни являются менее изученными с точки зрения их обрабатываемости в силу меньшей применимости в отраслях народного хозяйства. К этому следует добавить наличие анизотропных свойств камней, различие в их химическом составе; теплофизические свойства, отличающиеся от свойств конструкционных материалов; хрупкость и прочие физико-механические свойства. К этой группе можно отнести искусственные камни, стекло, керамику и ряд других спеченных хрупких и твердых материалов, близких по своим свойствам к свойствам натуральных камней. С возрастанием числа таких неметаллических материалов, которые уже находят и будут в дальнейшем все в большей мере находить применение в технике, возникает проблема рационального выбора режимов резания и назначению оптимального маршрута обработки. Вместе с тем следует отметить, что ряд подобных хрупких материалов, таких как стекло и керамика, имеют изотропные свойства и одинаковую структуру материала по глубине сечения. В отличие от искусственных материалов, ювелирные камни как минералы имеют различную природу возникновения, химический состав и свойства в пределах макроструктуры даже одного рассматриваемого материала, вследствие чего имеют различные физико-механические и декоративные свойства.

В настоящей работе использована технологическая классификация минералов [1] (предложенная А.Я. Цюрюпой в 1993 г.), согласно которой минералы можно разделить на следующие группы:

- ювелирные камни, к которым следует отнести хорошо сформировавшиеся кристаллы (монокристаллы);
- промежуточные ювелирно-поделочные камни, которые по своим оптическим и декоративным свойствам используются в ювелирном деле;
- поделочные камни — минералы с более низкими декоративными свойствами и малой твердостью.

Многие ювелирно-поделочные камни имеют сложный химический состав и не имеют собственных характерных форм в отличие от кристаллов правильной геометрической формы. Они составляют основное большинство минералов. К ним относятся зернистые и плотные скопления, аморфные и многие другие разновидности минералов. Обрабатываемость таких уже широко применяемых минералов и условия формирования поверхностного слоя

изучена недостаточно и в технической литературе отсутствуют рекомендации по технологии обработки [2,3].

В связи с этим целью настоящих исследований является изучение механизма формирования поверхностного слоя ювелирно-поделочных и поделочных камней в условиях абразивной обработки.

Исследования проводились на плоскошлифовальном станке при неизменных условиях обработки камней-образцов при частоте вращения 1750 мин инструментами диаметрами 150 мм. В качестве инструментов использовались шлифовальные круги с алмазонасытым слоем на медной и резиновой связке с различной зернистостью абразивных частиц. Для инструментов на металлической связке зернистость алмазных зерен из синтетического алмаза изменялась в пределах от 165/125 — до 7/5, а для отделочной обработки поверхностей рассматриваемых камней - инструменты на резиновой связке с размером зерна от 5/3 до 3/1. В качестве исследуемых образцов использовались характерные представители ювелирных и поделочных камней, широко применяемые в настоящее время в ювелирном деле, которые имеют твердость по шкале Мооса соответственно: яшма — 7; агат — 6–6,5; лазурит (II сорта) — 3,5; змеевик — 2,5–3; мрамор — 2,5 и оникс мраморизованный — 2,5–2. Образцы были подготовлены для обработки, для чего их предварительно распиливали в виде брусков размером 15x10x10 мм из блоков камней. Статическая нагрузка на образец при шлифовании составляла 0,1 МПа. Измерение и оценка шероховатости производилась на профилометре-профилографе модели 201. Поверхность образцов подвергалась последовательной обработке абразивными инструментами разной зернистости абразивных частиц.

Результаты экспериментальных исследований по оценке шероховатости поверхности для перечисленных образцов камней представлены на рис.1. На графиках дана зависимость величины шероховатости от величины зернистости абразивного инструмента. Из приведенных кривых можно заключить, что основное влияние на высоту микронеровностей обработанной поверхности оказывает твердость исследуемого материала. С увеличением твердости образцов камней шероховатость снижается существенно уже на первых операциях механической обработки. У наиболее твердых камней — яшмы и агата наблюдается асимптотическое приближение величины шероховатости уже на первых же операциях шлифования, тогда как у мягких камней имеет место более плавное изменение параметра R_a . У камней с промежуточным значением твердости (лазуриды и пр.) на первых операциях шлифования шероховатость имеет большие значения, близкие к значениям мягких камней, но на последующих операциях резко снижается и приближается к значениям шероховатости твердых камней.

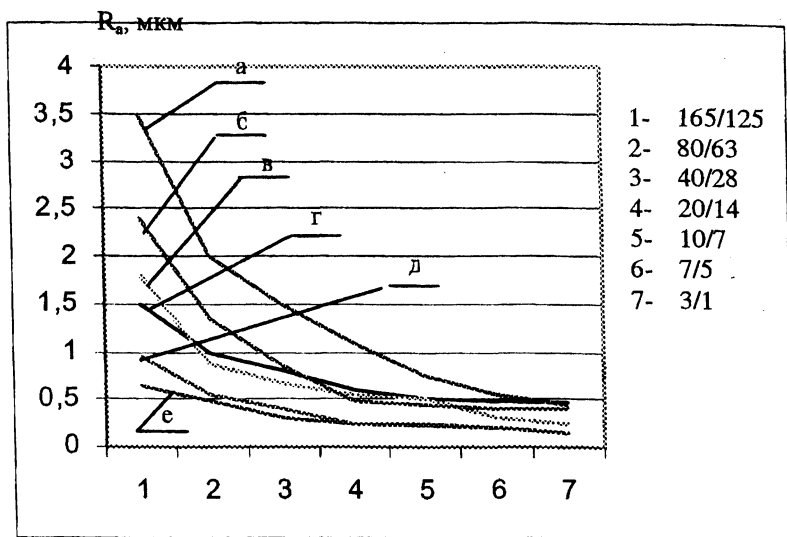


Рис.1. Зависимость шероховатости поверхности от зернистости инструмента
 а — яшма, б — агат, в — мрамор, г — змеевик, д — лазурит, е — оникс

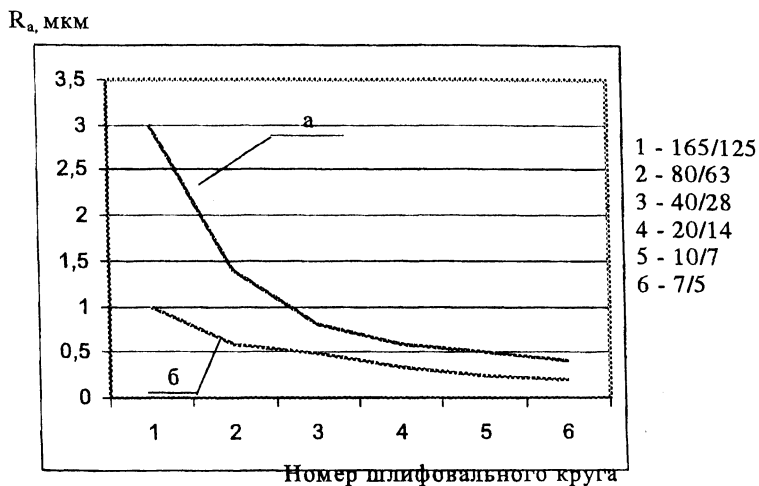


Рис.2. Зависимость изменения шероховатости от размера зерна при обработке агата (а и б — соответственно верхнее и нижнее отклонение R_a)

Из графиков также следует, что шероховатость твердых камней на всех операциях всегда численно меньше, чем у мягких камней при одинаковой зернистости шлифовального инструмента. Этот фактор имеет существенное значение для достижения минимальной шероховатости и зеркального блеска ювелирных камней.

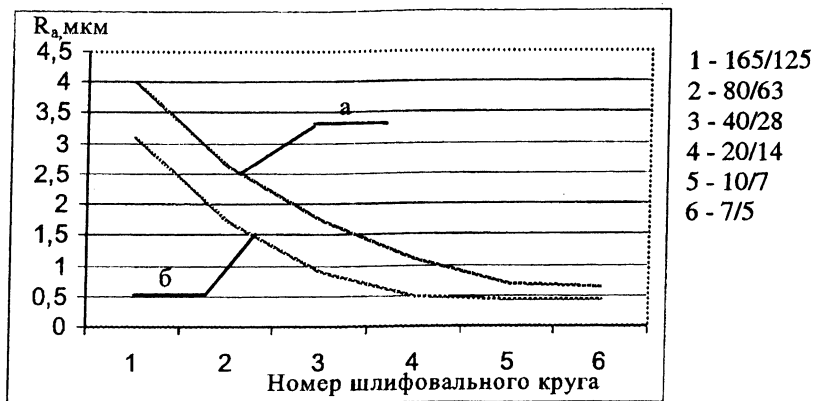


Рис. 3. Зависимость изменения шероховатости от размера зерна при обработке оникса (а и б — соответственно верхнее и нижнее отклонение R_a)

Другим фактором, влияющим на формирование профиля поверхностного слоя материала, является хрупкость, плотность и структура минерального сырья. На рис. 2 и 3 приведены графики изменения шероховатости образцов с учетом разброса параметра R_a на каждой операции механической обработки.

На приведенных графиках видно, что разброс величины шероховатости для твердых камней на первых операциях, при которых формируется поверхностный слой, значительно больше, чем у мягких камней. На последующих получистовых и чистовых операциях разброс значений резко уменьшается и приобретает узкий и стабильный диапазон, позволяя прогнозировать, возможно, достижимую шероховатость на окончательных операциях обработки. Мягкие камни имеют отличие в закономерности изменения разброса R_a по операциям. Видно, что диапазон разброса значений шероховатости мягких камней на различных этапах обработки изменяется незначительно. Такой характер изменения шероховатости камней, очевидно, вызван различным механизмом разрушения поверхностного слоя материала с различной

твердостью единичным зерном. Можно полагать, что при обработке твердых материалов происходит преимущественное разрушение выступающих неровностей поверхностного слоя путем их отслоения от основной части. Такое явление может наблюдаться при неглубоком внедрении единичного зерна в обрабатываемый материал при небольшой разнице в их твердости. При обработке же мягких материалов, происходит внедрение твердых абразивных зерен в пласт мягкого обрабатываемого материала и его разрушение путем отрыва отдельных частей (зерен) и даже блоков, независимо от размера абразивных зерен.

Установленная закономерность изменения имеет практическое значение и позволяет прогнозировать, возможно, достижимую шероховатость поверхностного слоя материала в зависимости от размера абразивных зерен и, тем самым, установить последовательность выбора инструментов и межоперационных припусков и количество переходов для достижения окончательного и минимального микрорельефа. Очевидно, что диапазон разброса величины шероховатости является фактором позволяющим определить предельные значения размеров микрорельефа поверхностного слоя, и, в связи с этим, установить следующую по размеру зернистость абразивного инструмента. Возможное перекрытие двух смежных полей разброса шероховатостей без образования интервалов будет являться оптимальным вариантом выбора номера зернистости инструмента на следующем переходе обработки.

Установленная зависимость величины шероховатости от размера зернистости позволяет установить оптимальную последовательность обработки с целью минимизации числа переходов до достижения требуемого качества поверхности.

Механическая обработка более твердых камней требует меньшего количества переходов в связи меньшим разбросом параметра шероховатости и связано с различным механизмом образования микрорельефа поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Собчак Н., Собчак Т. Энциклопедия минералов и драгоценных камней. – Сп.б Издательский Дом «Нева»; М.: «ОЛМА-ПРЕСС», 2002 г. – 479 с.
2. Син-керсен Дж. Руководство по обработке драгоценных камней и поделочных камней: Пер. с англ. – М.: Мир, 1998. – 423 с.
3. Ящерицын П.И. Зайцев А.Г. Барботько А.И.. Тонкие доводочные процессы обработки деталей машин и приборов. – Мн., «Наука и техника», 1976. – 328с.