

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПТИЧЕСКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ МЕТАЛЛОИЗДЕЛИЙ

Для обеспечения высокой отражательной способности поверхностей металлических изделий используют механическую обработку, электрохимическое или химическое полирование, которые в силу специфики процесса создают поверхностные слои с благоприятной тонкой структурой и обеспечивают максимальные значения контактной разности потенциалов (КРП). В настоящее время традиционными методами получения высокой отражательной способности лазерных зеркал из различных материалов (медь, алюминий и его сплавы, молибден и др.) является обработка резанием, как лезвийная - точение резцами из природных алмазов, так и обработка свободными абразивами – полирование (доводка) с применением смоляных полировальников и технологических сред, содержащих алмазные микропорошки. Цель работы – разработка рекомендаций по обеспечению качества поверхности оптических металлоизделий.

Предлагается следующая последовательность циклов технологии обработки поверхностей с малыми значениями параметров шероховатости. Первый цикл обработки следует проводить алмазными микропорошками зернистостью 5/3 с применением как поверхностно-активного вещества поливинилового спирта, который способствует увеличению скорости съема материала к величине съема, как и в случае применения абразива большей зернистости, а это уменьшает длительность протекания цикла обработки. Второй цикл необходимо проводить с использованием алмазных микропорошков зернистостью 2/1 с аналогичными условиями обработки, что и в первом цикле. На третьем цикле обработки рекомендуется использовать нанопорошки Al_2O_3 , с условиями обработки первого и третьего циклов. После алмазного точения зеркал из алюминиевого сплава АМг3 отражательная способность (при длине волны излучения лазера $\lambda = 10,6$ мкм) имела значения 96,6%, а после алмазного полирования – 92,6%. Значение коэффициента поглощения составляло 0,1 и 0,20.

Повышению отражательной способности поверхностей, обработанных точением алмазным инструментом, способствует благоприятное сочетание физико-химических свойств природного алмаза и обрабатываемых поверхностей, снижение интенсивности воздействия химически активных веществ, что приводит к уменьшению различного рода неоднородностей в двойном электрическом слое поверхности и уменьшает величину работы выхода электронов. На поверхности алюминиевого образца величина КРП составляет 1050 - 1100 мВ, а после полирования с применением алмазных микропорошков - около 880 - 900 мВ. Этот недостаток абразивной обработки проявляется в результате влияния применяемых в настоящее время абразивных составов на физико-химические

свойства обрабатываемой металлической поверхности, связанное с процессами окисления. Это объясняется тем, что при этом виде обработки свободные электроны приводят к окислению поверхностного слоя. Толщина образующейся при этом оксидной пленки, как правило, значительно больше, чем высота неровностей на реальной металлической поверхности

При абразивном полировании обрабатываемая поверхность адсорбирует химически активные вещества, содержащиеся в технологических фазах и кислород воздуха, что оказывает влияние на развитие химико-механических явлений, сопровождающих пластическое деформирование микровыступов поверхности. Процесс адсорбции интенсифицируется при механическом снятии пленок окислов с поверхности, что обеспечивается относительным изменением контакта полировальника и обрабатываемой поверхности.

При сопоставлении снимков поверхностей образцов из сплава АМгЗ после точения алмазным инструментом и абразивного полирования обнаружены значительные различия. На полированных поверхностях, кроме следов абразивных зерен, имеется большое количество мелких точек «ряби», которые отсутствуют на поверхности, обработанной точением. Наличие «ряби», видимо, является результатом взаимодействия органических компонентов полирующих составов, абразивных зерен и обрабатываемой поверхности. На поверхности, обработанной точением, могут наблюдаться следы резца глубиной 0,1-0,2 мкм и шириной 60 мкм, склоны гладкие, почти отсутствуют неровности, соизмеримые с длинами волн падающего излучения. После абразивного полирования поверхность деформирована меньше, чем после алмазного точения. Однако химическая активность алюминия на воздухе, неабразивные составляющие рабочей среды, а также шаржирование поверхности абразивом образуют субструктуру в виде конгломерата окислов металла, осколков абразивных зерен, соединений щелочных металлов. Для определения гетерогенных веществ и других примесей, не относящихся к основному материалу, а образующихся в процессе обработки поверхности, применили масс- и оже-спектроскопию.

Применение поверхностного пластического деформирования также как и алмазного точения обеспечивает образование поверхности с улучшенными физико-химическими параметрами. Однако ограничения в технологии обработки этого метода дают возможность эффективно применять его только на жестких поверхностях. Установлено, что лезвийная обработка зеркал из меди Моб приводит к значительным пластическим деформациям поверхностных слоев металла. Точение твердым сплавом и алмазом приводит к значительному наклепу обрабатываемой поверхности. Полирование абразивной суспензией вносит в структуру поверхностных слоев значительно меньше изменений, распределяющихся в поверхностном слое толщиной до 60 мкм при обработке алмазным микропорошком АСМ 5/3. Последующее полирование алмазным микропорошком АСМ 2/1 снимает уровень структурных искажений и уменьшает глубину деформируемого слоя. Более однородное распределение структурных искажений поверхностных слоев образуется при полировании мелкозернистых образцов. Уменьшение величины КРП при алмазном точении по сравнению с абразивным полированием связано с тем, что в результате деформации искажается

структура поверхностного слоя, наличие деформации подтверждено рентгеноструктурным анализом поверхности. Ухудшение субструктуры поверхности при полировании приводит к увеличению работы выхода электрона.

Для уменьшения неоднородности и степени структурных искажений по поверхности и сечению образцов целесообразно после предварительной лезвийной обработки проводить термическую обработку (отжиг). Режимы термической обработки следует подбирать так, чтобы при рекристаллизации в поверхностном слое образовалась мелкозернистая структура (размер зерен 10 мкм). В связи с тем, что шаржирование в процессе полирования алмазными зернами влияет на физико-химическое состояние и тем самым уменьшает отражательную способность, исследовали характер расположения шаржированных частиц и плотность их распределения на образце. Как показал металлографический анализ, плотность шаржированных частиц от участка к участку изменяется по разному (от 10^2 до 10^4 зерен на 1 мм^2), закономерностей в распределении шаржированных частиц не обнаружено. Вокруг места внедрения алмазной частицы на первом этапе полирования материал деформируется более интенсивно, плотность рисок в несколько раз больше в этом районе, чем в среднем по поверхности. Послойный анализ поверхности показал, что частицы абразива распределяются в нем на глубину до 5 мкм. Размеры внедренных частиц от 3 до 5 мкм. При температурном воздействии (градиент температур по сечению образца до 50 К/мм) на шаржированной поверхности происходит вспучивание в местах внедрения шаржированных частиц. Удаление поверхностного слоя толщиной 1 – 3 мкм электрополированием и последующее полирование поверхности привело к снижению плотности шаржированных частиц $10^2 - 10^3$ зерен на 1 мм^2 . Другим средством предотвращения шаржирования является применение для полирования овализированных зерен абразива. Предварительные результаты полирования округленными зернами алмазного абразива АСМ 2/1 показали не только снижение плотности шаржированных частиц, но и улучшение геометрических характеристик обработанной поверхности. Установлено, что шаржирование обрабатываемой поверхности алмазными зернами на первых стадиях обработки способствует повышению неоднородности распределения структурных искажений в поверхностных слоях.

Особенность формирования поверхностного слоя медных зеркал абразивной обработкой, определяется, по-видимому, разной геометрией зерен алмазных и абразивных микропорошков на уровне субмикрорельефа поверхностей граней, от которой зависит эффективность процесса резания-царапания, развитие локальных температур и др. Для микрограней алмазных зерен характерно микрорезание, а для электрокорунда – микросмятие с локализацией и увеличением затрачиваемой энергии (возникновение на полированной поверхности кометообразных углублений). Локальное активное контактирование зерна с обрабатываемой поверхностью эффективно, пока геометрические размеры зерен не становятся соизмеримыми с отделившимися частицами металла, что в последующем приводит к потере эффекта полирования. Обеспечение высокой отражательной способности на зеркалах из молибдена обработкой резанием также как и на меди связано с наличием дефектного слоя большой глубины.