

Иванов А.В.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Научный руководитель – В.В. Хоменко, к.т.н., ст. преподаватель

БЕЗОТХОДНЫЙ ПРОЦЕСС ЛОКАЛЬНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЛЬЕФА ПОВЕРХНОСТИ ЛЕГКОСПЛАВНОГО МЕТАЛЛА КОНИЧЕСКИМ ТВЕРДОСПЛАВНЫМ ИНСТРУМЕНТОМ НА ОСНОВЕ ПРАКТИЧЕСКИХ НАВЫКОВ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛАСТИЧЕСКОГО СВЕРЛЕНИЯ

Современный этап развития машиностроения диктует высокие требования к изделиям по качеству обработанной поверхности, малозатратному по времени и средствам технологическому процессу, а так же безотходности производства. Изготовление изделий методом литья отнимает значительное время на создание модели, и, зачастую, не обеспечивает требуемой геометрии и точности поверхности. Обработка поверхности резанием делает производство затратным по материалу, в особенности при производстве ювелирных изделий, где обрабатываемые материалы являются драгоценными металлами. Исходя из необходимости применения в ювелирном и художественно-оформительском деле новых инновационных решений, была поставлена следующая задача: разработать безотходный процесс локального формирования рельефа поверхности легкосплавленного металла. Метод обработки должен обеспечивать требуемое качество поверхности, минимальные затраты на предварительную подготовку, и высокие характеристики безотходности процесса.

В результате анализа имеющихся на сегодняшний день методов обработки, в качестве перспективного направления, рассмотрена технология локального изменения формы поверхности легкосплавленного металла без образования стружки. Данная технология основана на практических навыках применения метода обработки стального тонколистового металла пластическим сверлением. Пластическое сверление представляет собой безотходный процесс, где пуансон-сверло, без режущих кромок, вращаясь, локально разогревает заданную поверхность материала за счет сил трения. Металл, достигая температуры 500-800С°, начинает течь. Под действием осевых сил инструмент начинает деформировать разогретую поверхность детали и формировать в толще материала втулку, геометрия которой, как правило, определяется исходной геометрией инструмента. Втулка формируется, в первую очередь, под действием осевых сил, в результате действия которых, материал вытесняется как навстречу движущемуся инструменту конической формы, так и в направлении его движения. Обработанная поверхность принимает заданную форму и может иметь различные назначения.

Практические навыки применения процесса пластического сверления позволили выдвинуть предположение о возможности применения данного процесса в качестве рельефообразующего при обработке поверхностного слоя детали с целью его художественного оформления. В качестве обрабатываемой поверхности использована заготовка из алюминиевого сплава, толщиной 10мм. Инструмент – твердосплавный (ВК8), пуансон-сверло конической формы без

режущих кромок $\varnothing 9\text{мм}$, $\alpha=45^\circ$. Апробацию процесса провели с применением фрезерного станка. Процесс поверхностной обработки заключается в следующем: по аналогии с процессом пластического сверления необходимо жестко закрепить обрабатываемую заготовку, на автоматической подаче внедрить в образец вращающийся инструмент на $\approx 50\%$ длины его конического участка, остановить осевую подачу не останавливая вращения инструмента и задать радиальное движение инструмента в материале образца. При движении конусной части инструмента в образце, материал образца под воздействием сил трения локально разогревается и начинает течь непосредственно перед движущейся конической частью. Этому способствует высокая температура заготовки и инструмента достигнутая в процессе внедрения инструмента в материал образца на начальном этапе. Перемещение разогретого материала обусловлено направлением вращения инструмента. Таким образом, часть разогретого материала вытесняется конусной частью инструмента, и центробежная сила направляет его в сторону обратную движению инструмента, где происходит его охлаждение и образование поверхности волнообразной формы. Процесс повторяется циклично с перемещением новых «порций» материала, что формирует волнообразный след за движущимся инструментом. На рисунке 1 представлена схема обработки поверхности и её трехмерная модель отражающая поэтапное формирование нового рельефа. Следует отметить то, что в процессе движения инструмента при формировании волнообразного рельефа, левый край обработанной поверхности, т.е. переход от плоскости образца к обрабатываемому участку, имеет ровную наклонную поверхность основание которой закрыто объёмом волнообразного рельефа (см. рисунок 2). Граница перехода четкая, без заусенцев и облоя, что нельзя сказать о правой стороне, по области которой происходит перемещение волны материала и по всей длине формируется заусенец причудливой формы. Обработанная поверхность характеризуется образованием равномерных волн, шаг и высота которых зависит от подачи и глубины внедрения инструмента.

В ходе проведения апробации описанного выше процесса было установлено, что на разогрев металла влияют: число оборотов, площадь контакта (глубина, подача) и геометрия инструмента. На геометрию обработанной поверхности: температура разогрева, подача, глубина, геометрия инструмента. Большую роль на качество и геометрию обработанной поверхности оказывает влияние обрабатываемый материал. При обработке алюминия наблюдалось равномерное разогревание металла, как следствие, ровная геометрия обработанной поверхности. При пробной обработке образцов из свинца, вследствие невысокой температуры его плавления, наблюдались рваные края поверхностного слоя металла и неравномерность образованного рельефа.

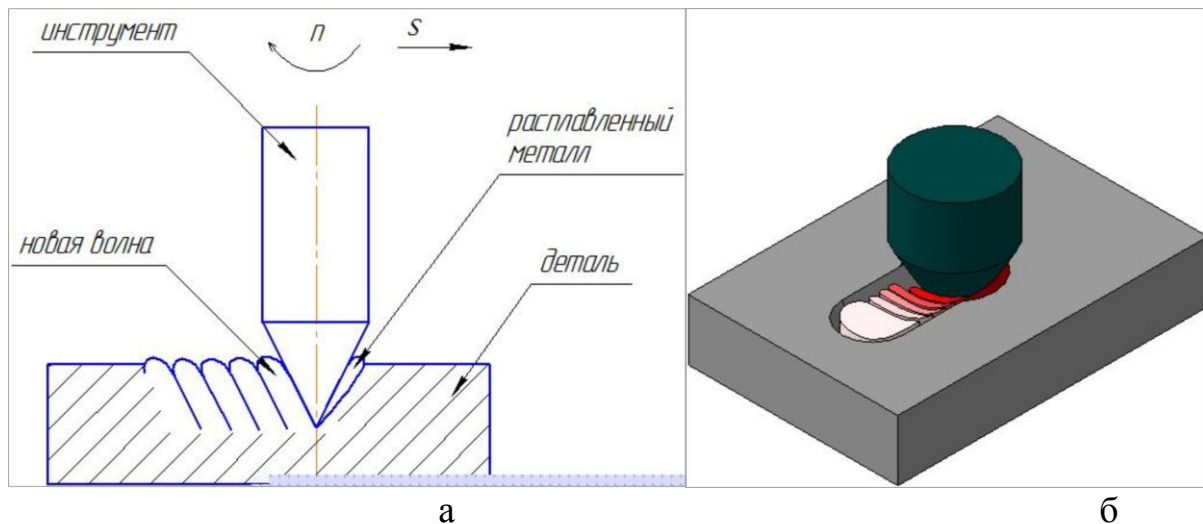


Рисунок 1. Локальное формирование рельефа поверхности легкоплавного металла коническим твердосплавным инструментом на основе практических навыков применения пластического сверления
 а) схема обработки поверхности; б) трехмерная модель схемы обработки

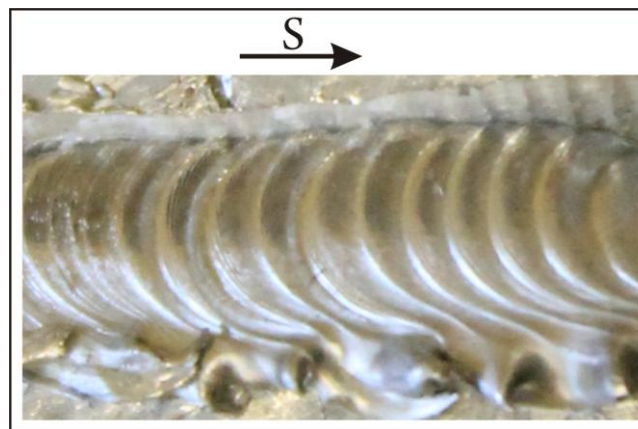


Рисунок 2. Обработанная поверхность

Достоинствами данного метода является следующее: безотходность, возможность локального разогрева металла без критических изменений свойств и структуры материала образца в целом, образование нетривиальных форм при обработке легкоплавных материалов. Применение процесса на станках с числовым программным управлением дает возможность получения таким образом нетривиальных узоров и орнаментов придающих конечному изделию индивидуальность. По результатам локального формирования рельефа поверхности образцов легкоплавного металла коническим твердосплавным инструментом на основе практических навыков применения пластического сверления можно сделать вывод о том, что метод обработки видится перспективным и требует дальнейшего исследования.