

УДК 621.735.32.073.004

Д.В.Рис (асп., каф. МиТОМД), Л.Б.Аксенов, д.т.н., проф.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ХОЛОДНОЙ ОБЪЕМНОЙ ШТАМПОВКИ НИЗКИХ ЗАГОТОВОК

Большая номенклатура деталей приборостроения, часовой промышленности, музыкальных инструментов, а также значки, медали и другие изделия, изготавливаемые из цветных и драгоценных металлов, характеризуются незначительными размерами в плане и малыми значениями высоты (толщины) их поперечного сечения. Они имеют диаметр в плане D (наибольший размер A в плане для не круглых деталей) в большинстве случаев от 10 до 100 мм, а наибольшую высоту (толщину) h поперечного сечения от 0,5 до 10 мм. Относительная высота поперечного сечения деталей (отношение h/D_{cp}) находится в пределах от 0,02 до 0,1. Поперечное сечение таких деталей может в ряде случаев иметь довольно сложную форму. Высота поперечного сечения этих деталей переменна по их диаметру D (размеру A для не круглых деталей).

Детали, имеющие такие формы и размеры, целесообразно изготавливать из листовых заготовок с обусловленным перераспределением металла в поперечном сечении исходной заготовки, т. е. методом холодной объемной штамповки в открытых штампах.

Данные процессы практически не исследованы, в отличие от процессов горячей объемной штамповки, которые достаточно хорошо изучены, особенно процессы горячей штамповки достаточно высоких заготовок.

Целью предлагаемой работы является теоретическое исследование процессов холодной объемной штамповки низких заготовок (ХОШНЗ), разработка практических рекомендаций для проектирования таких процессов.

В рамках работы проведен теоретический анализ процесса. Предлагается рассматривать три этапа.

1. Во время первого этапа происходит осаживание периферийной кольцеобразной части заготовки. Толщина центральной части заготовки увеличивается, но металл ещё не касается поверхности штампа, формирующей рельеф изделия. Для анализа напряженного состояния металла заготовки на этом этапе использован так называемый «метод верхней оценки». Его суть заключается в следующем: объем очага деформации представляется в виде жестких, недеформируемых блоков, скользящих один относительно другого и по границам с жесткой зоной. Тем самым, действительное поле линий скольжения заменяют полем, состоящим из системы прямолинейных отрезков, образующих треугольники [1]. Для рассматриваемой схемы штамповки составлено поле треугольников и годограф скоростей к нему. Определены расчетные формулы для определения технологических параметров процесса.

2. Во время второго этапа происходит формирование рельефа изделия, то есть заполнение всей рабочей полости инструмента. Для расчета напряженного состояния, возникающего на данном этапе, предлагается использовать имеющиеся методики, применяемые, в частности, для проектирования процессов штамповки турбинных лопаток [2]. Данные методики основаны на методе линий скольжения и позволяют строить эпюры напряжений, возникающих в процессе штамповки низких поковок сложной конфигурации. В рассматриваемых случаях такие эпюры можно строить на основании упрощенных геометрических схем рельефа. Затем, после анализа реальной формы рельефа должны быть определены те точки рельефа, для заполнения которых требуются наибольшие напряжения.

Экспериментальные данные показывают, что при заполнении полости штампа наибольшая работа затрачивается на заполнение отдельных, наиболее выступающих точек

его рельефа. При этом необходимое усилие зависит от того, как расположены, какую имеют высоту, и какую имеют геометрическую форму те области рельефа, которые заполняются в последнюю очередь, то есть являются критическими. Зная геометрические параметры части рельефа изделия, прилегающего к некоторым, наиболее высоким точкам рельефа, можно определить локальные напряжения, необходимые для заполнения данных частей рельефа металлом. Для этого можно воспользоваться алгоритмом решения задачи о затекании металла в клиновую полость [3]. С помощью полученных ранее эпюр, распределения нормальных напряжений можно находить значения усилий штамповки, при которых создаются напряжения, необходимые для заполнения каждой из рассмотренных точек рельефа. Максимальное значение, полученное для какой-либо точки, будет необходимым усилием полной доштамповки рельефа изделия.

3. Третий этап наступает после заполнения всей полости штампа, и представляет собой, осадку полученного изделия. Необходимость в данном этапе, то есть в ведении дальнейшей штамповки изделия уже после формирования рельефа возникает, если кроме формирования рельефа требуется достижение заданных геометрических или весовых параметров изделия, что особенно важно при работе, например, с драгоценными металлами. Для штамповки на данном этапе требуются чрезвычайно большие усилия, превышающие усилия штамповки на первом и втором этапах. Это связано в том числе и с тем, что металл заготовки достигает к этому моменту большой степени упрочнения.

В результате получены расчетные формулы, которые могут использоваться как для определения общего усилия штамповки, так и для определения удельных усилий штамповки в различных зонах заготовки. Данные формулы могут применяться для проектирования процессов изготовления деталей методами ХОШНЗ, подбора оптимальных параметров заготовки, инструмента, усилия штамповки.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Сторожев М.В., Попов Е.А. Теория обработки металлов давлением // М.: Машиностроение, 1977. 342 с.
2. Изготовление деталей пластическим деформированием / Под ред. К.Н.Богоявленского, П.В.Камнева // Л.: Машиностроение, 1975. 424 с.
3. Е.П.Унксов, У.Джонсон, В.Л.Колмогоров и др. Теория пластических деформаций металлов / Под ред. Е.П.Унксова, А.Г.Овчинникова // М.: Машиностроение, 1983. 598 с.