

ЛИСТОВАЯ ШТАМПОВКА МЕТАЛЛОВ С ПОМОЩЬЮ ШТАМПОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДДИТИВНОЙ LOM-ТЕХНОЛОГИИ

Н.К. Толочко,

профессор каф. технологий и организации технического сервиса БГАТУ, докт. ф.-м. наук, профессор

О.В. Сокол,

ст. преподаватель каф. механики материалов и деталей машин БГАТУ

Рассмотрены особенности изготовления матриц и пуансонов с помощью аддитивной LOM-технологии. Обсуждены возможности их применения для листовой штамповки металлов.

Ключевые слова: аддитивная технология, ступенчатый поверхностный рельеф, матрица, пуансон, листовая штамповка.

The features of manufacturing dies and punches using additive LOM-technology are considered. The possibilities of their use for sheet metal stamping are discussed.

Keywords: additive technology, staircase surface relief, die, punch, sheet stamping.

Введение

Листовая штамповка широко используется в машиностроении для изготовления металлических деталей. Процессы листовой штамповки подразделяются на разделительные и формоизменяющие. Данная статья посвящена формоизменяющим процессам листовой штамповки металлов, в частности, вытяжной штамповке, при которой происходит образование полых деталей определенной пространственной формы из плоских исходных листовых заготовок. Формоизменение в вытяжном штампе осуществляется с помощью основных его частей (инструментов) – матрицы и пуансона. Пуансон вдавливает в полость матрицы деформируемый металл, в то время как матрица вбирает в себя изменяющий форму металл и пуансон.

Одним из важных показателей качества штампуемых деталей является шероховатость поверхности, которая непосредственно определяется шероховатостью формообразующих поверхностей матрицы и пуансона. Поэтому для снижения шероховатости поверхности штампуемых деталей применяют матрицы и пуансоны с низкой шероховатостью формообразующих поверхностей. Для этого при изготовлении матриц и пуансонов с использованием традиционных технологий металлообработки их формообразующие поверхности подвергают шлифованию и полированию [1].

Изготовление матриц и пуансонов с использованием традиционных технологий металлообработки является длительным и дорогостоящим процессом, поэтому их применение оказывается экономически оправданным при массовом или крупносерийном производстве деталей. В случае мелкосерийного и, тем более, единичного производства, было бы более выгодно применять матрицы и пуансоны, изготовленные с использованием аддитивной LOM-технологии (Laminated Object Manufacturing), которая

позволяет сравнительно быстро и дешево создавать металлические изделия сложной формы, в том числе такие, которые трудно или невозможно получить по традиционным технологиям [2]. Однако, несмотря на свои преимущества, LOM-технология до сих пор не получила распространения при изготовлении матриц и пуансонов для формоизменяющей листовой штамповки. Это объясняется особенностями реализации LOM-технологии и связанными с ними особенностями конструкции изготавливаемых с ее помощью изделий.

Согласно LOM-технологии, изделия создают из листовых металлических выкроек определенной конфигурации. Эти выкройки получают путем контурного раскроя исходных металлических листов, после чего их пакетируют (укладывают в стопку) и соединяют между собой с помощью болтов, склеиванием, пайкой или сваркой [2]. При изготовлении изделий по LOM-технологии толщина металлических выкроек может варьироваться в широких пределах – от десятых долей миллиметра до нескольких миллиметров.

Существенным недостатком изделий, изготавливаемых по LOM-технологии (как, впрочем, и по другим аддитивным технологиям), является наличие ступенчатого рельефа на наклонных или криволинейных участках их поверхностей, что обусловлено послойным характером построения изделий [3]. В случае изготовления LOM-матриц и LOM-пуансонов, этот рельеф образуется на наклонных или криволинейных участках их формообразующих поверхностей. Это существенно ограничивает или вовсе делает невозможным применение таких матриц и пуансонов для листовой штамповки, поскольку ступенчатый рельеф их формообразующей поверхности будет откладывать свой отпечаток на поверхности штампуемых деталей, что может быть крайне нежелательным и даже недопустимым с учетом требований, предъявляемых к качеству деталей.

Обычно ступенчатый рельеф поверхности ЛОМ-изделий стремятся уменьшать, что можно делать двумя путями. Первый путь – уменьшение высоты ступенек рельефа за счет уменьшения толщины листовых выкроек, используемых для построения изделий. Однако это ведет к соответствующему увеличению количества выкроек, необходимых для построения изделий и, как следствие, к увеличению длительности и стоимости изготовления изделий. Второй путь – сглаживание или полное удаление ступенчатого рельефа в результате специальной обработки поверхностей построенных изделий: сначала ступеньки рельефа удаляют фрезерованием, после чего поверхности шлифуют и полируют. Однако такая постобработка опять-таки ведет к увеличению длительности и стоимости изготовления изделий.

В данной статье предложен технический подход к предотвращению негативного влияния ступенчатого рельефа формообразующих поверхностей ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов на шероховатость поверхности штампуемых деталей на примере реализации процесса вытяжной штамповки.

Основная часть

Сущность процесса вытяжной штамповки состоит в размещении листовой металлической заготовки между матрицей и пуансоном и ее последующем формоизменении путем воздействия на нее пуансоном. Предложенный технический подход отличается тем, что заготовку размещают между ЛОМ-матрицей и ЛОМ-пуансоном вместе с двумя листовыми металлическими защитными прокладками, соответствующими заготовке по форме и размерам, так, что заготовка совмещается с прокладками, располагаясь между ними, после чего выполняют формоизменение заготовки вместе с прокладками.

Вытяжную штамповку осуществляли с помощью штампа, у которого ЛОМ-матрица и ЛОМ-пуансон были изготовлены из выкроек листовой стали 45 толщиной 1 мм. Выкройки вырезали с помощью фрезы, затем их собирали в пакеты и стягивали друг с другом посредством потайных болтов. Формообразующие поверхности матрицы и пуансона соответствовали по конфигурации шаровому слою и состояли из двух участков: сферического участка, который образовывал боковую стенку и в матрице, и в пуансоне, и плоского участка – меньшего основания шарового слоя, который образовывал донную часть полости матрицы и торцевую часть пуансона. Исходные заготовки и прокладки, которые вырезали из различных марок листовых металлов, имели форму дисков. Совместное формоизменение заготовки и двух совмещенных с ней прокладок проводили с использованием гидравлического пресса 1671М. Во избежание складкообразования в процессе штамповки, применяли кольцевые прижимы.

Сферические участки формообразующей поверхности ЛОМ-матрицы и ЛОМ-пуансона имели ступенчатый рельеф, высота ступенек составляла 1 мм, т.е. соответствовала толщине листовых выкроек. Во

время штампования этот рельеф отпечатывался на поверхностях прокладок, а именно: ступенчатый рельеф формообразующей поверхности матрицы отпечатывался на сферическом участке нижней поверхности нижней прокладки, обращенной к матрице, а ступенчатый рельеф формообразующей поверхности пуансона – на сферическом участке верхней поверхности верхней прокладки, обращенной к пуансону. В то же время обе поверхности детали и сопряженные с ними поверхности прокладок (верхняя поверхность нижней прокладки и нижняя поверхность верхней прокладки) после штамповки сохраняли исходную шероховатость: на них не было каких-либо отпечатков, которые могли бы оставить ступенчато-рельефные формообразующие поверхности матрицы и пуансона.

На рис. 1 показаны отштампованная деталь и две отштампованные совместно с ней прокладки (нижняя и верхняя). И деталь, и прокладки были получены вытяжной штамповкой из листового алюминиевого сплава А5Н. Заготовка детали и исходные прокладки имели форму диска диаметром 60 мм. Толщина заготовки для детали составляла 1 мм, исходных прокладок – 0,5 мм. После штамповки деталь, а также прокладки приобретали конфигурацию тарелки (в соответствии с конфигурацией формообразующих поверхностей матрицы и пуансона) (рис. 2).

Как видно на рис. 1, обе поверхности отштампованной детали (верхняя поверхность 3 и нижняя поверхность 4), а также сопряженные с ними поверхности отштампованных прокладок (нижняя поверхность 2 верхней прокладки и верхняя поверхность 5 нижней прокладки) являются гладкими. Вместе с тем на сфе-



Рис. 1. Отштампованные образцы детали, верхней и нижней прокладок

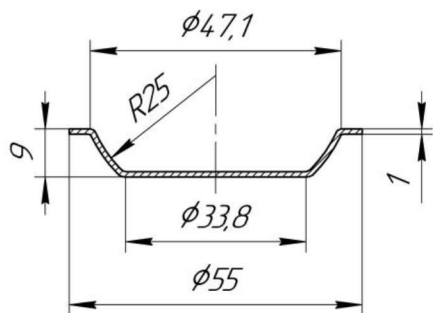


Рис. 2. Схема отштампованной детали

рических участках верхней поверхности 1 верхней прокладки и нижней поверхности 6 нижней прокладки имеется ступенчатый рельеф.

Заключение

Таким образом, благодаря использованию защитных прокладок при вытяжной штамповке, осуществляемой с помощью ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов, становится возможным предотвратить негативное влияние ступенчатого рельефа формообразующих поверхностей матриц и пуансонов на шероховатость поверхности штампуемых деталей. Как следствие, повышается экономическая эффективность применения ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов для вытяжной штамповки, поскольку отпадает необходимость в длительной и дорогостоящей постобработке их формообразующих поверхностей, направленной на уменьшение ступенчатого рельефа. Более того, благодаря использованию защитных прокладок, становится возможным осуществлять вытяжную штамповку с помощью ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов, которые изготовлены из толстых (до нескольких миллиметров толщиной) листовых выкроек, т.е. обладают высокими ступеньками рельефа формо-

образующих поверхностей. Это, в свою очередь, обеспечивает дополнительное повышение экономической эффективности применения ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов для вытяжной штамповки, поскольку, чем больше толщина листовых выкроек, тем меньшее их количество требуется для построения матриц и пуансонов, что ведет к уменьшению длительности и стоимости процесса построения.

Предложенный технический подход к предотвращению негативного влияния ступенчатого рельефа формообразующей поверхности ЛОМ-матриц и ЛОМ-пуансонов на шероховатость поверхности штампуемых деталей за счет использования защитных прокладок в данной статье был продемонстрирован на примере реализации процесса вытяжной штамповки. Однако он может с успехом применяться и к реализации процесса гибочной штамповки, что подтверждается результатами предварительных экспериментов по гибочной штамповке.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитенко, В.М. Штампы листовой штамповки. Технология изготовления штамповой оснастки: текст лекций: в 2-х ч. / В.М. Никитенко, Ю.А. Курганова. – Ульяновск: УлГТУ, 2010. – Ч. 1. – 68 с.
2. Толочко, Н.К. Прямое изготовление металлических деталей с применением ЛОМ-технологии / Н.К. Толочко, А.А. Андрушевич, П.С. Чугаев, Т.А. Богданович // Агропанорама. – 2018. – № 2. – С. 37-41.
3. Толочко, Н.К. Аддитивные технологии: проблема ступенчатого рельефа поверхности / Н.К. Толочко, О.В. Сокол // Агропанорама. – 2019. – № 2. – С. 12-16.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 24.06.2019

“Агропанорама” - научно-технический журнал для работников агропромышленного комплекса. Это издание для тех, кто стремится донести результаты своих исследований до широкого круга читателей, кого интересуют новые технологии, кто обладает практическим опытом решения задач.

Журнал “Агропанорама” включен в список изданий, рекомендуемых Высшей аттестационной комиссией для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим (сельскохозяйственное машиностроение и энергетика, технический сервис в АПК), экономическим (АПК) и сельскохозяйственным наукам (зоотехния).

Журнал выходит один раз в два месяца, распространяется по подписке и в розницу в киоске БГАТУ. Подписной индекс в каталоге Республики Беларусь: для индивидуальных подписчиков - 74884, предприятий и организаций - 748842.

Стоимость подписки на 2-е полугодие 2019 года: для индивидуальных подписчиков - 19,86 руб., ведомственная подписка - 21,63 руб.