

ПОЛУГОРЯЧЕЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

Зайцев А. С. - студент 2 курса
ГОУ ВПО «Тульский государственный университет»

Из всех известных видов переработки стали по данным кафедры механики пластического формоизменения Тульского государственного университета обработка давлением достигает 80%. Основными показателями, определяющими эффективность новых технологий в машиностроении, являются энерго-, металло- и трудоемкость изготовления деталей.

Созданные технологические процессы с применением ключевых операций холодной объемной штамповки и выдавливания заготовок из сортового проката характеризуются достаточно высоким коэффициентом использования металла, наименьшим количеством операций и часто минимальными суммарными затратами энергии при высоком качестве изделий.

В начальный период развития холодного выдавливания возникла технологическая ниша, когда материалы со средним сопротивлением деформирования в серийном производстве обрабатывались менее эффективными операциями, например резанием или ковкой, основными недостатками которых была низкая производительность труда и высокая материалозатратность.

Первые успехи в полугорячем выдавливании стальных заготовок появились в 60 годах прошлого века сразу в нескольких стра-

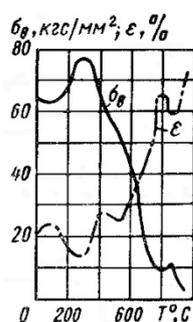
нах (США, Германия, Чехословакия, СССР и др.), что позволило начать интенсивные исследования в этой области и частично использовать его в производстве. Этот процесс относили к холодному выдавливанию и иногда называли неполным горячим, теплым или выдавливанием с подогревом заготовки.

Процессы полугорячего выдавливания, по сравнению с процессами холодной обработки металлов давлением, для некоторых металлов часто являются более эффективными по совокупности характеристик.

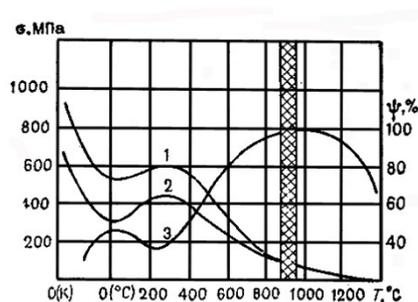
Целью работы является повышение стойкости инструмента и качества стальных деталей при полугорячем выдавливании за счет оптимизации рабочих поверхностей инструмента и снижения времени контактного теплового обмена.

Выдавливание стальных заготовок практически можно осуществить в пределах всего температурного диапазона, за исключением двух зон: синеломкости (300 - 500°C) и краснеломкости (800 - 900°C).

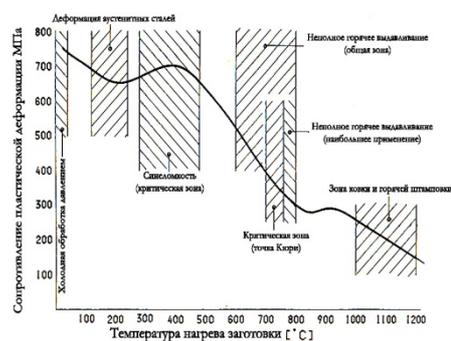
На рисунке 1 показаны характерные зависимости сопротивления пластической деформации и пластичности от температуры нагрева заготовки из малоуглеродистых, среднеуглеродистых и ферритовых сталей, выполненных различными авторами и фирмами [1,2,3].



а)



б)



в)

Рисунок 1– Зависимость механических свойств металлов от температуры нагрева заготовок: а) по данным М. Сторожева и Е. Попова для углеродистых сталей [2]; б) по данным С. Курнакова [1] для среднеуглеродистой стали, где 1- временное сопротивление, 2- предел текучести, 3- показатель пластичности, заштрихованная область - сверхпластичность; в) по данным немецкой фирмы Schuller [3] для ферритовых сталей.

ЗАЙЦЕВ А.С.

Эти графики указывают на допустимые зоны деформирования для различных видов сталей, которые совпадают с зонами понижения пластичности. Учитывая, что процесс деформирования при выдавливании связан с периферийным охлаждением заготовки на контактных границах и интенсивным разогревом в зоне пластической деформации, возможны ситуации, когда отдельные участки деформируемой заготовки выходят из допустимого диапазона и попадают в критические зоны, что приводит к различного рода дефектам. Во избежание этого надо корректировать начальный нагрев заготовки.

Одним из преимуществ полугорячего выдавливания перед горячей штамповкой является низкое окалинообразование. На рисунке 2 показано, что при небольшой разнице перепада температур от 1100 до 800°C толщина образования окалины во втором случае в несколько раз меньше, что позволяет снизить припуски на чистовую обработку детали.

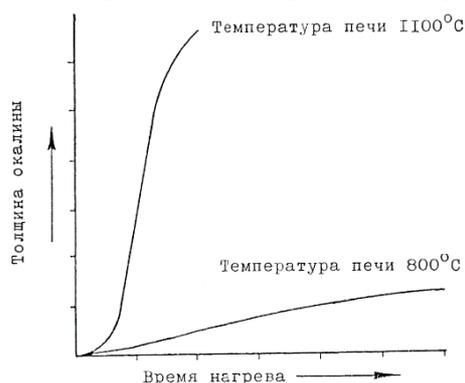


Рисунок 2 –Окалинообразование при нагреве стальных заготовок.

Проведенные в Тульском государственном университете исследования показали, что только использованием совокупности оптимальных факторов можно достичь выполнение поставленной цели:

- выбором рациональной температуры нагрева заготовок;

- снижение интенсивности теплообмена;
- оптимизация геометрии инструмента.

Для осуществления этой цели были проведены патентные и литературные исследования, на базе которых осуществлен выбор нагрева заготовки перед выдавливанием и подбора смазочных материалов и разработаны: способ полугорячего выдавливания, математическая модель процесса прямого выдавливания, усовершенствована технология изготовления специальных болтов, модернизирована штамповая оснастка и проведены экспериментальные исследования.

Нами предложен способ снижения контакта нагретой заготовки с инструментом, который уменьшает перегрев инструмента в процессе деформирования заготовки. Получен патент РФ на изобретение «Способ полугорячего выдавливания осесимметричных деталей» №2355504 по классу МПК⁸ B21K1/46 с приоритетом от 21.09.07 г. (БИ №14 от 20.05.09 г.), суть которого заключается в следующем.

Способ полугорячего выдавливания осесимметричных деталей, состоящий из штамповки заготовки, смазывания, нагрева, укладки в матрицу, выдавливания, охлаждения, причем что заготовку штампуют меньшего размера в поперечном сечении, по отношению к полости матрицы, с выступами в виде продольных ребер (рисунок 3), равноудаленными друг от друга по контуру и опирающимися на стенки полости матрицы при укладке, нижнюю кромку заготовки устанавливают на скос дна матрицы, при выдавливании в цилиндрической матрице заготовку с выступами выполняют в поперечном сечении в виде правильного многогранника, а при выдавливании в матрице с полостью в поперечном сечении в виде правильного многогранника, заготовку выполняют круглой, диаметр которой равен диаметру окружности, вписанной в правильный многогранник.

ПОЛУГОРЯЧЕЕ ВЫДАВЛИВАНИЕ ЗАГОТОВОК ИЗ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ

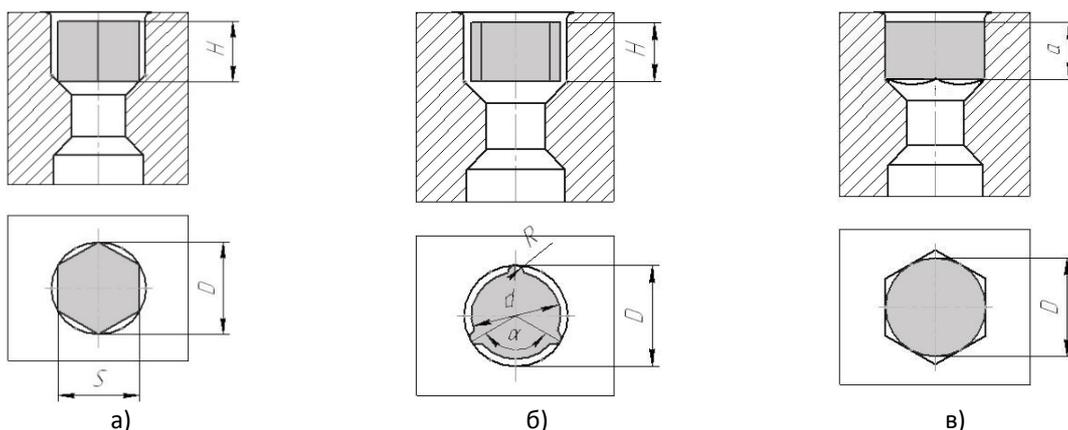


Рисунок 3 – Схемы установки заготовок в матрицу перед выдавливанием: а) заготовка с ребрами; б) шестигранная в круглой полости; в) круглая в шестигранной полости.

Разработан штамп для прямого полугорячего выдавливания болтов с конической головкой с использованием эффекта неэквидистантной поверхности. Штамп разрабатывался в интегрированной среде Компас-3D V7 компании «Аскон». Выполненные твердотельные модели (рисунок 4) этого штампа позволили установить собираемость деталей и рационализировать некоторые элементы конструкции, в частности, бандажированной матрицы.

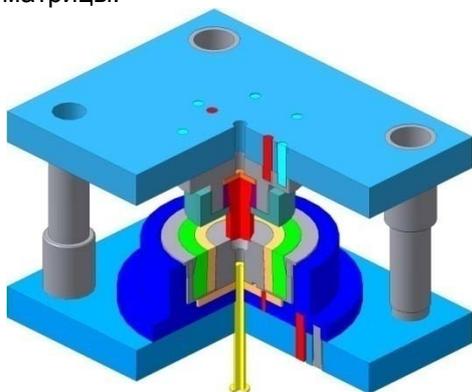


Рисунок 4 – Вид штампа для прямого выдавливания в аксонометрии (твердотельная модель)

Данный способ и его частные случаи опробованы экспериментально. С помощью эксперимента установлены особенности течения металла, оптимальный температурный режим, качество получаемых деталей, особенности конфигурации. Так, например, выявлено, что в процессе прямого истечения металла при выдавливании болтов образуются фаски на стержне и на шестиграннике (рисунок 5), которые достаточны для эксплуатации при сборке привода гусеничных машин без выполнения дополнительных операций.



Рисунок 5 – Выдавленные болты из стали 45

Установлено, что после полугорячего выдавливания можно использовать деформационный нагрев заготовки для закалки стали на величину $HRC_{\text{с}} 35-42$. Распределение твердости таково, что середина стержня наиболее твердая, а периферия существенно мягче, что позволило накатывать резьбу сразу после закалки.

Поставлены задачи для создания инновационного проекта с расширением номенклатуры получаемых деталей полугорячим выдавливанием. Внедрение разработок в производство может дать высокую эффективность за счет повышения производительности труда, снижения трудоемкости и экономии деформируемого металла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Унксов, Е.П. Теорияковки и штамповки // Е.П. Унксов, У. Джонсон, В.Л. Колмогоров и др.; Под общ. ред. Е.П. Унксова, А.Г. Овчинникова. – М.: Машиностроение, 1992. – 720 с.
2. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением. Учебник для вузов // Сторожев М.В., Попов Е.А. М.: Машиностроение, 1977.- 423 с.
3. Доклад фирмы Shuller в Мосстанкине «Обработка стали холодной и горячей штамповкой – возможности и пределы». Schuler Pressen, 1991. - 31 с.