

УДК 621.77

**Обоснование способа высадки заготовок с заданным
значением относительной высаживаемой длины с помощью
математического моделирования**

*Сомкина А.С., студент
кафедры «Машины и технология обработки металлов давлением»,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана*

*Научный руководитель: Власов А.В., д. т. н., профессор
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
bauman@bmstu.ru*

Введение.

Увеличение размеров и усложнение формы, повышение требований к точности и механическим свойствам изделий приводит к усложнению технологических процессов, и как следствие значительно повышаются требования к методам расчетов параметров технологических процессов. Существующие методы во многих случаях не позволяют рассчитать деформированное состояние, предельное формоизменение за один переход, рациональное количество переходов и механические свойства изделий после штамповки.

Обработкой металлов давлением изготавливаются детали различных конфигураций с минимальными трудозатратами и наименьшим расходом металла. Поковки типа стержней с осесимметричным утолщением изготавливают крупными партиями в различных отраслях машиностроения. Утолщения получают путем уменьшения площади поперечного сечения исходной заготовки (выдавливание, поперечно-клиновое прокатание и т. д.) или высадкой. Целесообразность того или иного способа зависит от конкретных условий: материала заготовки, имеющегося оборудования, заданных технических условий к штампованным деталям в отношении формы, размеров, структуры, механических свойств и т. д. Большое количество такого типа поволок изготавливается высадкой, которая является распространенной операцией. Однако высадка является недостаточно изученным технологическим процессом. Сложность процесса высадки в определенной мере являются причиной трудностей при создании расчетных методов исследования деформированного состояния даже в сравнительно простых процессах. Не достаточно исследовано влияние материала, формы и размеров заготовок, конфигурация наборных

переходов, искажения торца и т.д. на устойчивость заготовок при больших пластических деформациях. Одним из условий получения качественного волокнистого строения поковок с осесимметричным утолщением является проведение процесса высадки при устойчивом процессе деформации.

Постановка задачи.

В данной работе исследуется возможность получения поковки детали «Проушина штока» (рис. 1) методом высадки на горизонтально-ковочной машине.



а) б)
Рис. 1. Проушина штока: а) деталь; б) поковка

Сложность штамповки заключается в том, что для данной заготовки значение относительной высаживаемой длины превышает предельное значение и в процессе высадки заготовка теряет устойчивость. В процессе разработки технологического процесса штамповки было проведено теоретическое исследование влияния геометрии полостей конических наборных пуансонов на процесс штамповки и заполняемость штампа, и математическое моделирование процесса штамповки с использованием программного комплекса QForm3D версии 4.3.

Анализ существующих методов высадки.

Выбор способа высадки и оборудования для ее проведения зависит от особенностей получаемого изделия и требований, предъявляемых к готовым деталям. Получение деталей высадкой может осуществляться различными способами, на разном оборудовании и с помощью разных устройств. Для каждого способа высадки, технологического оборудования и устройств существуют свои особенности, преимущества и недостатки. При *высадке на горизонтально-ковочной машине* допускают работу от прутка без предварительной отрезки, возможно деформировать материал в

требуемой последовательности за один нагрев; при *электровысадке* существует возможность получать за один переход значительный набор металла как из конструкционных, так и из специальных сталей и сплавов, при *высадке на холодновысадочных автоматах* достигается высокая точность и производительность.

На рисунке 2 представлена классификация устройств и способов высадки утолщений, с длиной высаживаемой части превышающей критическую. Устройства и способы разделены на одно- и многопереходные, с изгибом и без изгиба оси заготовки в процессе высадки.

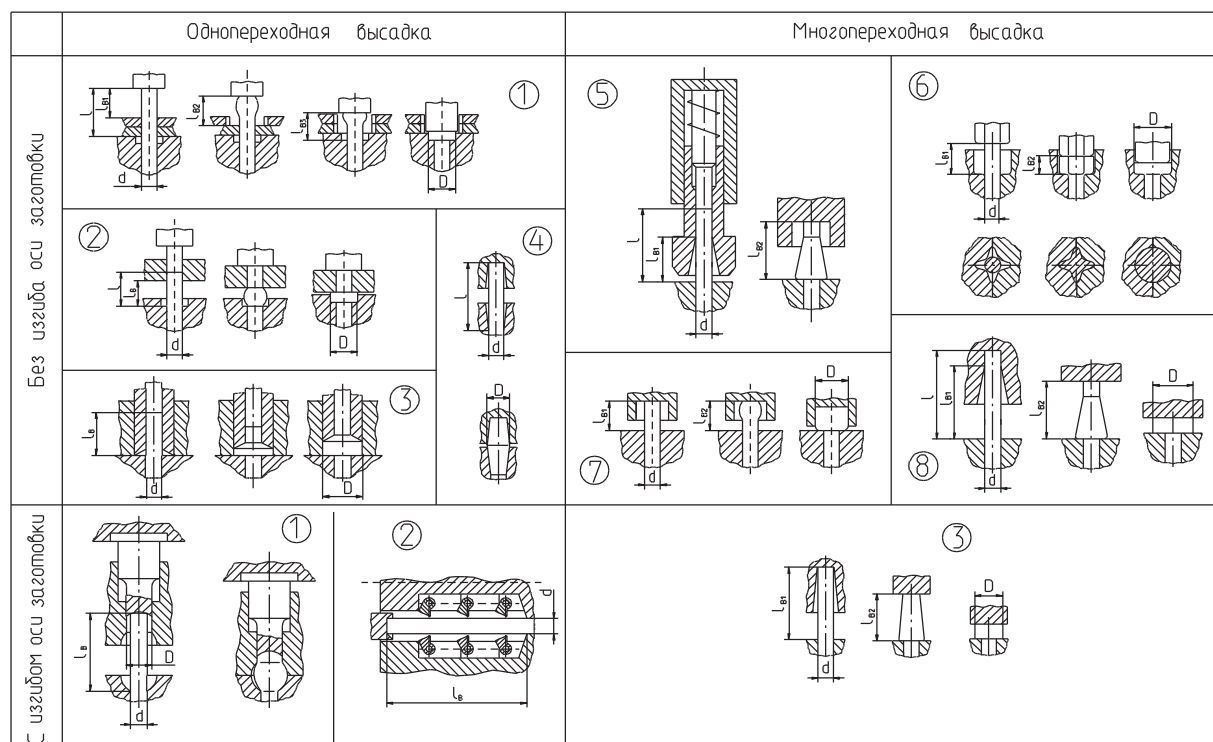


Рис. 2. Устройства и способы высадки поковок с большим набором металла

Наиболее часто горячую наборную высадку проводят на ограниченный диаметр в коническую полость (рис. 2, II-3). При холодной высадке, для увеличения высаживаемой длины заготовки применяется конический наборный переход с цилиндрической частью у малого диаметра (рис. 2, I-8). Высадка осуществляется за два и более переходов, с ограничением высаживаемой длины заготовки на каждом переходе, когда высаживаемая длина меньше допустимой длины. В ходе процесса высадки изгиб оси заготовки не происходит. Для устранения изгиба заготовок при высадке с $l_0/d_0 > 4.5$ применяют «подпружиненный пуансон» (рис. 2, I-5). В ряде случаев конфигурация деталей позволяет высаживать осесимметричные утолщения за один переход (рис. 2, I-4). Устройство для высадки с использованием «скользящей втулки» (рис. 2, I-3) состоит в том, что втулка, надетая на высадочный пуансон, выдвигается из матрицы в направлении, обратном

движению пуансона по мере образования головки. В начальный момент деформирования вся высаживаемая заготовка находится в «скользящей втулке», что приводит к возникновению значительных сил трения между высаживаемой длиной заготовки и втулкой. Возможность набора по этому способу посадки ограничивает прочностью пуансона. Способ получения утолщений высадкой, с помощью поддерживающего инструмента (рис. 2, I-1), освобождающего участки заготовки по мере образования утолщения, состоит в том, что при рабочем ходе пуансон начинает деформировать металл заготовки, находящейся над верхними поддерживающими планками. При дальнейшем ходе пуансона планки разводятся в стороны, освобождая новый участок заготовки для деформирования. Длина нового освобожденного участка выбирается с таким расчетом, что общая длина предварительно высаженного участка и вновь освобожденного обеспечивала устойчивость при посадке. После того, как пуансон пройдет еще некоторое расстояние, разводятся следующие поддерживающие планки, освобождая еще участок, и так далее.

В данной работе предлагается метод, объединяющий высадку в конические наборные пуансоны с высадкой с освобождением части заготовки по мере образования утолщения.

Моделирование переходов штамповки.

Исследуемая сталь: марка - сталь 40ХН, классификация - сталь конструкционная легированная, хромоникелевая.

Для моделирования в ПК QForm используется аналог стали 40ХН - сталь 40NiCr6.

Параметры заготовки: диаметр – 34 мм, длина – 324 мм.

Зажим заготовки осуществляется в профилированных полуматрицах, а высадка производится в конические наборные пуансоны. Величина зажимной части изменяется по переходам. Значение зажимной части на первом переходе определяется, исходя из предельного значения относительной высаживаемой длины, и равняется 86 мм (рис. 3).

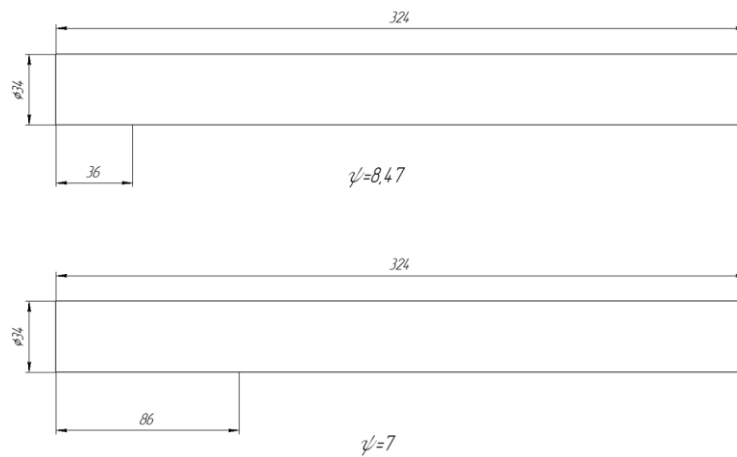
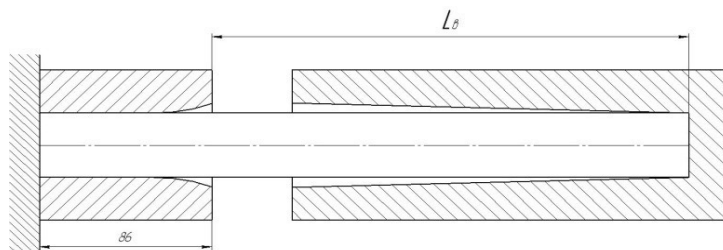
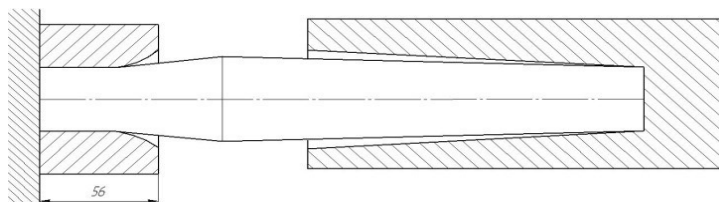


Рис. 3. Определение величины зажимной части ручья на первом переходе

Штамповка производится из мерной заготовки от заднего упора. На втором и третьем наборных переходах изменяется величина зажимной части и радиус профилирования матрицы.



a)



б)

Рис. 4. Схема штамповки: а) первый переход; б) второй переход.

Результаты моделирования.

В результате моделирования было выявлено, что применение профилированных матриц на наборных переходах позволяет избежать образования зажимов и складок на втором и последующих переходах (рис. 5).

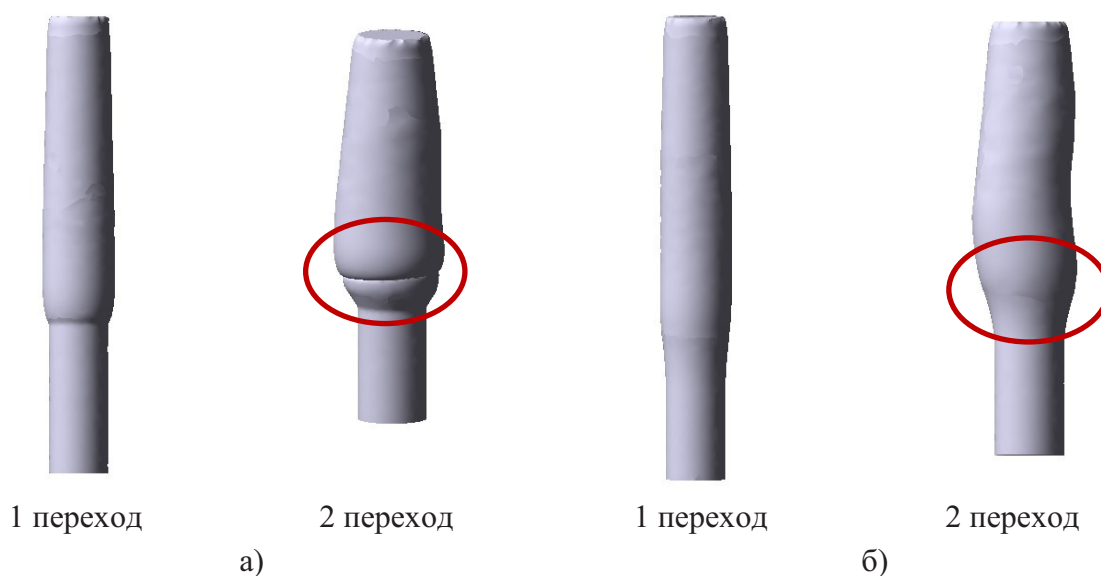


Рис. 5. Выявление дефектов ковки на первом и втором переходах: а) без применения профилированных зажимных полуматриц; б) с применением профилированных зажимных полуматриц.

При неизменной длине зажимной части на втором наборном переходе происходит потеря устойчивости заготовки, так что величину зажимной части приходится уменьшать на втором переходе (рис. 6). На втором переходе величина зажимной части составила 56 мм.

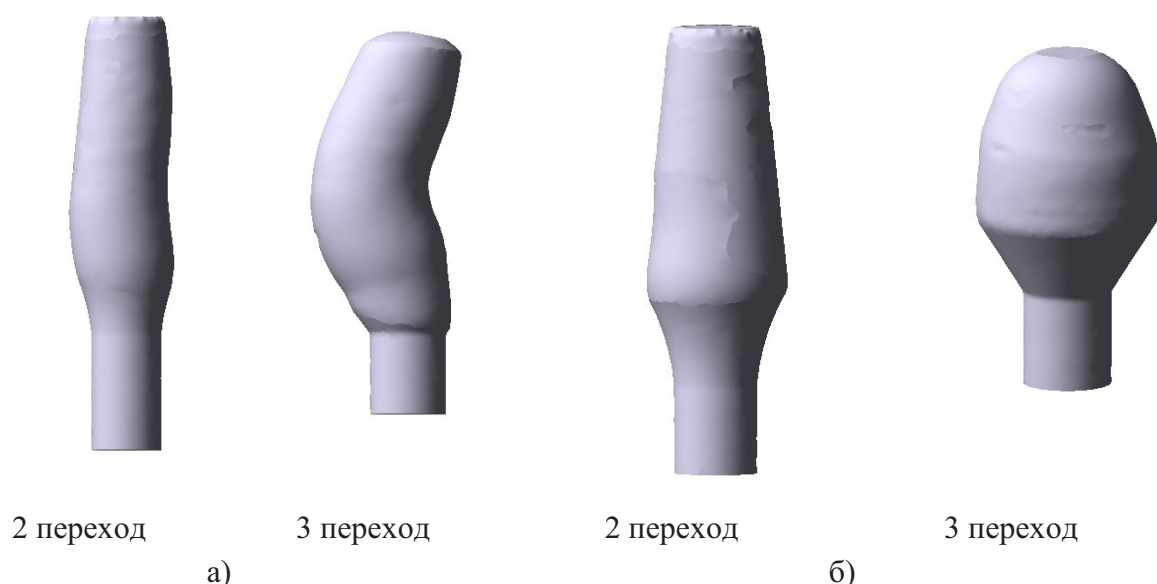


Рис. 6. Определение величины зажимной части на втором переходе: а) зажимная часть 86 мм; б) зажимная часть 56 мм.

По результатам моделирования можно оценить волокнистое строение заготовки на наборных переходах. Моделирование показало, что применение профилированного перехода в матрице позволяет получать более симметричное и направленное расположение волокон в заготовке, в отличие от матриц без профилированного участка (рис. 7).



Рис. 7. Влияние профилирования зажимных полуматриц на волокнистое строение заготовки: а) без профилирования полуматриц; б) с профилированием полуматриц

При моделировании третьего наборного перехода решалось две задачи: определение наилучшей конфигурации наборной полости пуансона для максимального заполнения гравюры штампа при расплющивании заготовки и совмещение этого наборного перехода с формовочным для уменьшения размеров штамповых блоков, а

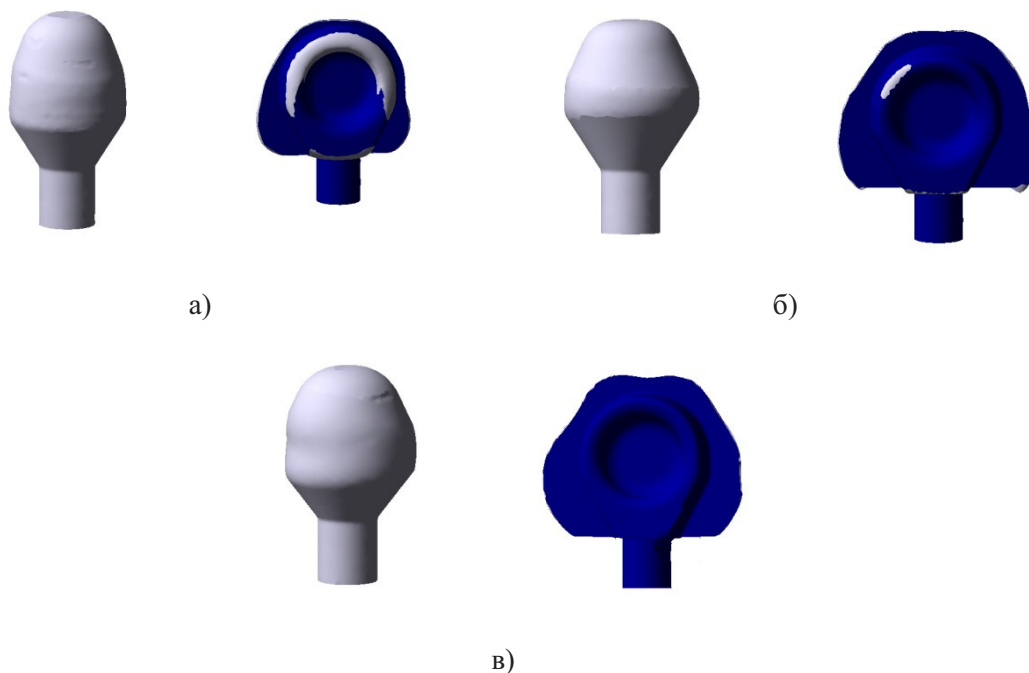


Рис. 8. Анализ заполняемости гравюры штампа при расплющивании в зависимости от конфигурации третьего наборного перехода

По итогам проведенного математического моделирования был разработан технологический процесс штамповки детали «Проушина штока» путем высадки на горизонтально-ковочной машине, включающий в себя 2 наборных перехода в конические пуансоны, полуформовочный наборный переход и расплющивание полученного утолщения. Для каждого перехода были определены размеры конических полостей в пуансонах и размеры зажимных полуматриц. Полученный технологический процесс

представлен на рисунке 9.

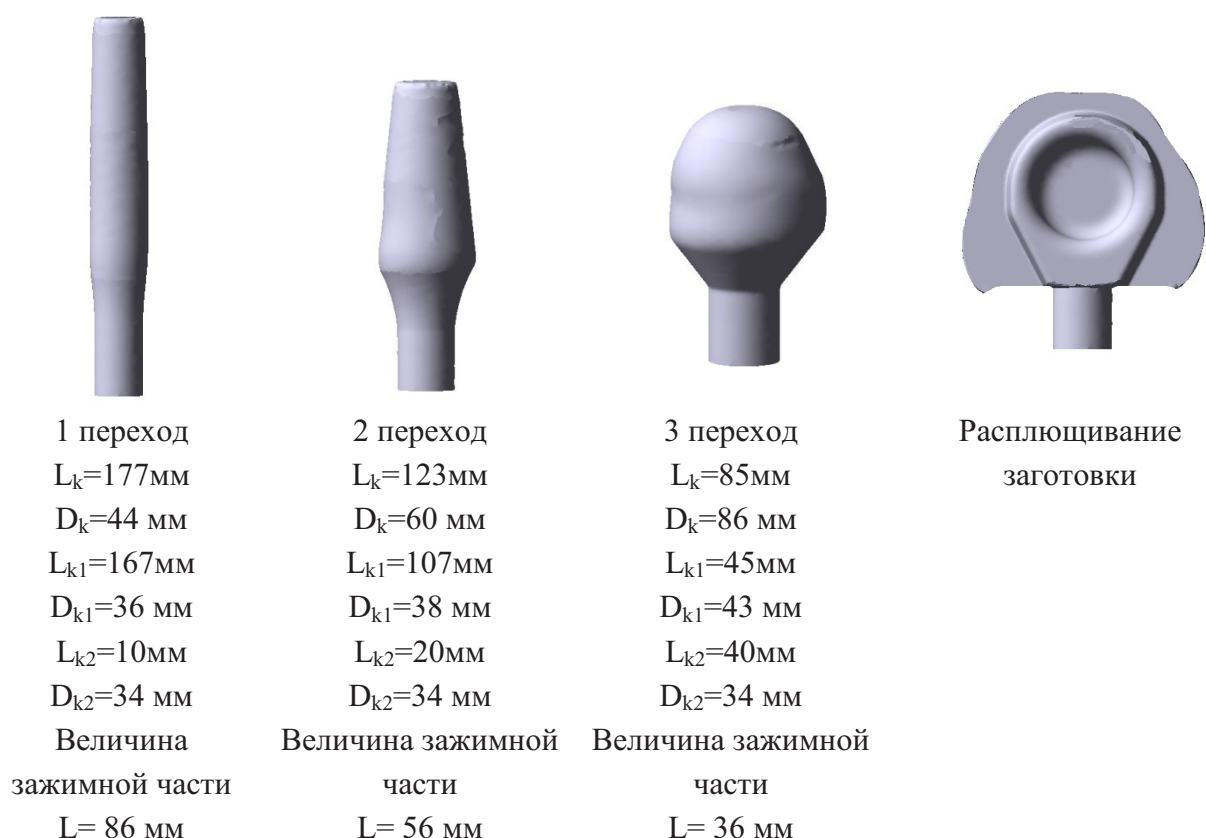


Рис. 9. Технологический процесс штамповки детали «Проушина штока»

Выводы.

В результате проведенного исследования с помощью математического моделирования доказана эффективность предложенного способа высадки детали с запредельным значением относительно высаживаемой длины. Подобраны размеры промежуточных переходов для получения конечной детали «Проушина штока».

Список литературы

1. Биллигман И. Высадка и штамповка. М.: Машгиз, 1960. - 467с.

2. Зиновьев И.С. Исследование формоизменения и волокнистого строения при наборной высадке. Дис. канд. техн. наук. М., 1973. - 220с.
3. Ковка и штамповка: Справочник. В 4-х т./под ред. Е. И. Семенова. Т. 2. Горячая штамповка. – М.: Машиностроение, 2011. 592с., ил.