

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВЫДАВЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОПРОФИЛИРОВАННОЙ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ НА ОСНОВАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Носаков А. А., Алиев И. С.

Рассмотрен способ получения полых деталей, выявлены особенности проведения процесса, достоинства и недостатки. Проведен обобщенный анализ формоизменения на стадиях процесса комбинированного выдавливания полых деталей с несколькими кольцевыми утолщениями на наружной поверхности в подвижной матрице на основании конечно-элементного моделирования. Рассмотрено возникновение дефектов формы в процессе выдавливания, причины их появления и пути устранения данных дефектов. Установлен характер распределения деформации, среднего напряжения, скорости деформации и скорости течения по ходу процесса. Установлено, что максимальные значения этих параметров находятся в слоях, прилегающих к пуансону.

Розглянуто спосіб отримання порожнистих деталей, виявлено особливості проведення процесу, переваги і недоліки. Проведено узагальнений аналіз формозміни на стадіях процесу комбінованого видавлювання порожнистих деталей з декількома кільцевими потовщеннями на зовнішній поверхні в рухомій матриці на підставі кінцево-елементного моделювання. Розглянуто виникнення дефектів форми в процесі видавлювання, причини їх появи та шляхи усунення цих дефектів. Встановлено характер розподілу деформації, середнього напруження, швидкості деформації та швидкості течії по ходу процесу. Встановлено, що максимальні значення цих параметрів знаходяться в шарах, прилеглих до пуансону.

The method for obtaining hollow parts is considered, features of process carrying out, advantages and disadvantages are revealed. A synthesis of the form changing on the stages of the hollow parts combined extrusion with several annular bulges on the outer surface of the mobile die based on the finite-element modeling are conducted. The occurrence of defects form during extrusion, their causes and ways to overcome these defects are considered. The character of the strain distribution, medium stress, strain rate and flow velocity during the process are established. It's proved that the maximum values of these parameters are in the layers adjacent to the punch.

Носаков А. А.

ст. преп. кафедры ОМД ДГМА
omd@dgma.donetsk.ua

Алиев И. С.

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ОМД ДГМА
pnir@dgma.donetsk.ua

УДК 621.774.01

Носаков А. А., Алиев И. С.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ВЫДАВЛИВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ СО СЛОЖНОПРОФИЛИРОВАННОЙ НАРУЖНОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ НА ОСНОВАНИИ КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Заготовки, полученные холодным пластическим деформированием, обладают повышенной прочностью, износостойкостью и надежностью. Изготовление заготовок, максимально приближенных по форме и размерам к готовым деталям, способствует сокращению трудоемкости производства за счет устранения или сведения к минимуму необходимости последующей доработки. Вместе с тем, широкому применению технологии выдавливания препятствует характерное существенное ограничение – высокие нагрузки на рабочий инструмент. Поэтому дальнейшее эффективное развитие технологии выдавливания связано с разработкой и освоением новых способов деформирования, позволяющих получить штамповкой детали более сложных форм с меньшими энергозатратами. С этой точки зрения, большими, но пока недостаточно реализованными возможностями обладают процессы комбинированного выдавливания в подвижных матрицах, составленные из простых технологических способов, примеры освоения которых весьма ограничены [1–4].

Так, разработан способ выдавливания полых деталей со сложнопрофилированной наружной поверхностью [5]. Перемещение матрицы осуществляется однонаправленно с пуансоном и периодически с переменной нарастающей скоростью с опережением пуансона. Периодическое выполнение открытой и закрытой прошивки позволяет без увеличения энергозатрат осуществлять формообразование сложных полых изделий со сложным наружным профилем в одной цельной подвижной матрице (рис. 1). Применение открытой прошивки позволяет улучшить силовой режим деформирования, увеличить стойкость инструмента при холодном деформировании. Также расширяются технологические возможности процессов выдавливания при получении готовых изделий или полуфабрикатов (рис. 2).

Ввиду слабого производственного внедрения таких процессов выдавливания мало изучены особенности формоизменения и напряженно-деформированного состояния.

Целью работы является обобщенный анализ особенностей постадийного формоизменения, напряженно-деформированного состояния и кинематических характеристик при комбинированном выдавливании полых деталей с несколькими кольцевыми утолщениями на наружной поверхности в подвижной матрице на основании конечно-элементного моделирования в прикладном пакете программ QForm.

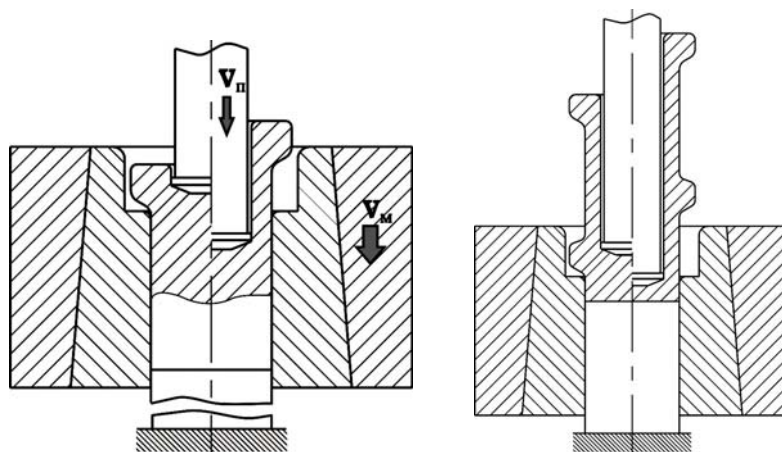


Рис. 1. Схема комбинированного выдавливания в подвижной матрице



Рис. 2. Заготовка и полуфабрикат

При помощи конечно-элементной модели, созданной в пакете QForm, было проанализировано постадийное формоизменение заготовки (рис. 3). Процесс состоит из трех основных стадий: формирование верхнего кругового утолщения (фланца), формирование стенки и формирование нижнего фланца. На стадиях формирования фланцев проходит процесс открытой прошивки, то есть матрица перемещается быстрее пуансона, что обеспечивает наличие круговой полости для образования фланца до начала процесса. На стадии получения стенки проходит процесс закрытой прошивки, когда матрица и пуансон движутся с одинаковой скоростью. Наличие отклонений формы фланцев связано с неограниченным течением в радиальном направлении. Если ограничить радиус круговой полости в зависимости от соотношения толщины стенки к толщине фланца, то такой дефект наблюдаться не будет. Наличие утяжины в зоне фланцев связано в большей мере с конфигурацией кромки пуансона.

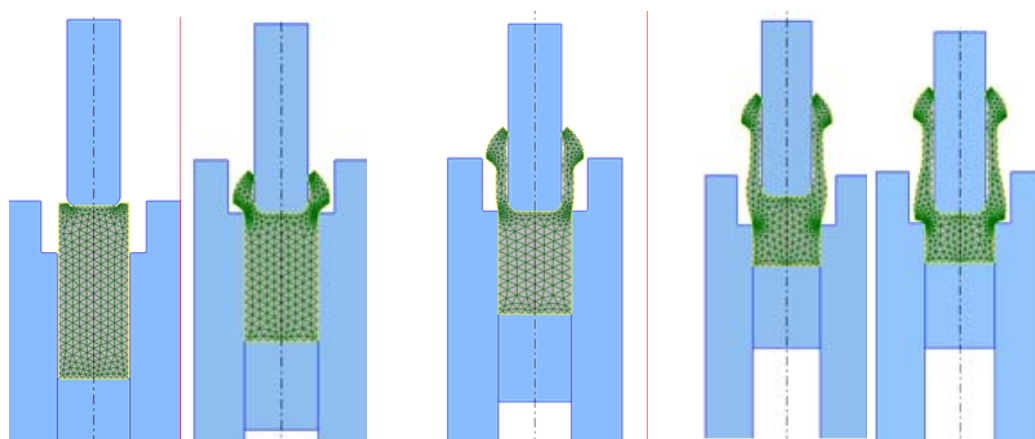
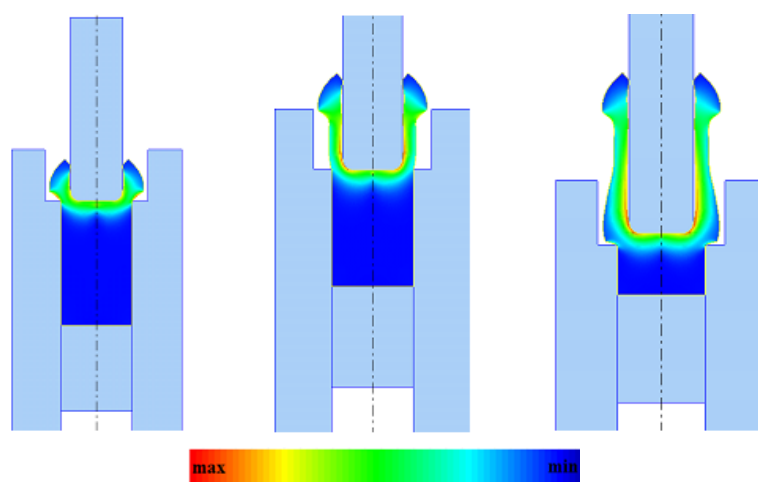


Рис. 3. Стадии формоизменения

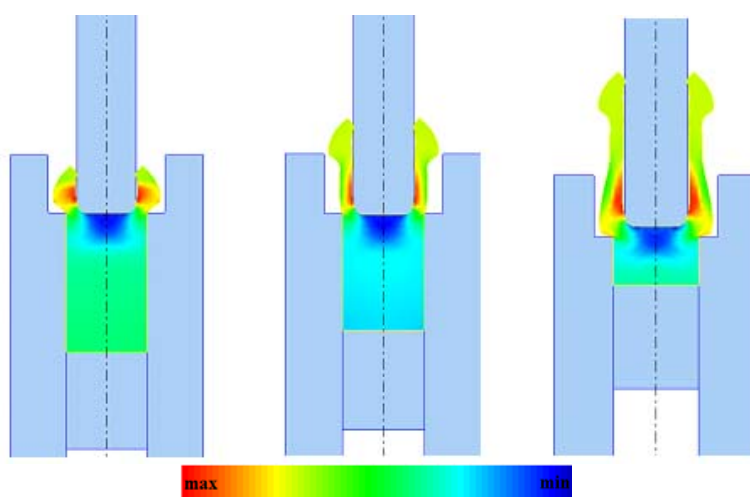
Проанализировав распределение деформации во время процесса, было выявлено, что максимальная величина деформации сосредоточена в слоях полуфабриката, прилегающих к пуансону, а минимальные значения – на периферии фланцев (рис. 4, а).

Характер распределения среднего напряжения на стадиях процесса (рис. 4, б) имеет похожий вид с распределением деформаций: максимальная величина сосредоточена в слоях полуфабриката, прилегающих к пуансону, а минимальные значения – на периферийных слоях.

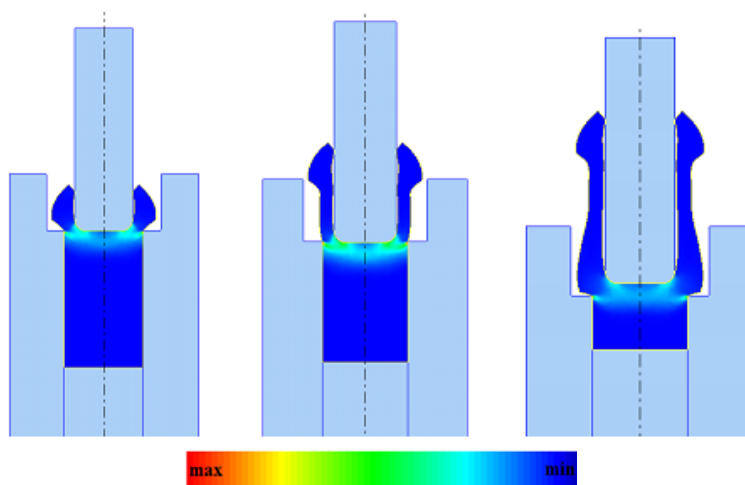
При рассмотрении распределения скорости деформации по ходу процесса (рис. 4, в) установлено, что наибольшие значения данной величины наблюдаются в слоях, прилегающих непосредственно к кромкам инструмента на любой из стадий процесса.



а



б



в

Рис. 4. Распределение характеристик по ходу процесса:
а – распределение деформации; б – распределение среднего напряжения; в – распределение скорости деформации

При анализе характера распределения скорости течения установлено, что на всех стадиях процесса наибольшие значения параметра сосредоточены на переходной кромке пуансона и уменьшаются к периферийным слоям полуфабриката (рис. 5).

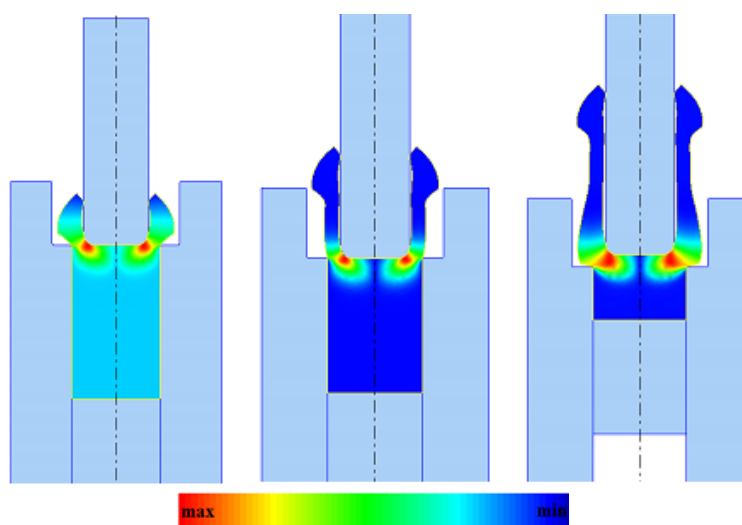


Рис. 5. Распределение скорости течения металла по ходу процесса

ВЫВОДЫ

На основании конечно-элементного моделирования проведен обобщенный анализ особенностей поэтапного формоизменения, напряженно-деформированного состояния и кинематических характеристик при комбинированном выдавливании полых деталей с несколькими кольцевыми утолщениями на наружной поверхности в подвижной матрице.

При моделировании выявлены некоторые дефекты формы: непараллельность обрабатываемой фланца оси изделия и утяжина на внутренней стенке детали в области фланцев. Оба дефекта являются устранимыми при помощи правильного конфигурирования инструмента под заданные соотношения размеров детали.

Установлен характер распределения деформации по ходу процесса – наибольшая величина сосредоточена в слоях, прилегающих к пуансону. Установлен характер распределения среднего напряжения по ходу процесса – наибольшая величина также находится в слоях, прилегающих к пуансону. Установлен характер распределения скорости деформации по ходу процесса – наибольшая величина находится в слоях, прилегающих непосредственно к кромкам инструмента. Установлен характер распределения скорости течения по ходу процесса – наибольшая величина сосредоточена в слоях, прилегающих непосредственно к переходной кромке пуансона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев И. С. Технологические возможности новых способов комбинированного выдавливания / И. С. Алиев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1990. – № 2. – С. 7–10.
2. Носаков А. А. Технологические возможности комбинированного обратно-поперечного выдавливания в подвижных матрицах / А. А. Носаков, В. М. Гридасов, Г. А. Гамзатов // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : темат. зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2002. – С. 348–351.
3. Алиев И. С. Моделирование процессов комбинированного выдавливания / И. С. Алиев, Е. М. Солодун, К. Крюгер // Механика деформируемого твердого тела и обработка металлов давлением : сб. науч. тр. – Тула : ТулГУ, 2000. – С. 21–27.
4. Алиев И. С. Анализ процессов деформирования с несколькими степенями свободы течения металла / И. С. Алиев, К. Крюгер // Металлургия и горнорудная промышленность. – 2000. – № 8–9. – С. 66–68.
5. Пат. 71184 Украина, МПК⁶ В 21 К 5/00, В 21 J 5/06. Способ выдавливания пустотелых изделий с фасонной внешней поверхностью / Алиев И. С., Носаков А. А., Алиева Л. И., Косенко М. В.; заявитель и патентообладатель Донбасская государственная машиностроительная академия. – № 20031110738; заявл. 27.11.2003; опубл. 15.11.2004, Бюл. № 11.