

Компьютерное моделирование пластического течения металлов при получении биметаллического инструмента

Студент гр. 104411 Погребницкий К.О.
Научный руководитель – Ленкевич С.А
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Благодаря ряду преимуществ процессы скоростного формоизменения, особенно скоростного горячего выдавливания (СГВ), создают благоприятные условия для обработки малопластичных и труднодеформируемых материалов, широко используемых в инструментальном производстве. Кроме того, энергосиловые параметры СГВ способны обеспечить интенсивное пластическое течение металлов, необходимое при создании биметаллического соединения.

В процессе разработки технологических операций скоростного горячего выдавливания требуется анализ пластического течения металлов, а также информация о системе штамп – инструмент – деформируемый образец на изменение технологических параметров. Для этого могут быть использованы методы экспериментального исследования и теоретического моделирования, а также их комбинация.

Основным недостатком при использовании методов экспериментального исследования является необходимость изготовления технологической оснастки – инструмента и штампа. При отработке нескольких вариантов стоимость изготовления оснастки становится весьма значительной.

Существенным недостатком теоретических методов является трудность или невозможность их применения к исследованию сложных процессов скоростного горячего выдавливания.

Взамен экспериментальному исследованию и теоретическому анализу можно использовать компьютерное моделирование процессов объёмной штамповки с помощью метода конечных элементов. Достоинством этого метода является возможность совмещенного физико-механического анализа таких параметров, как прочность, пластичность и температурные изменения при скоростных нагрузках.

Однако в связи с тем, что для анализа пластического течения при скоростном выдавливании биметаллического инструмента отсутствуют решенные верификационные задачи, необходимо подтвердить достоверность получаемых результатов моделирования в компьютерном пакете *DEFORM-3D* путем сравнения данных, полученных экспериментальным или теоретическим методами.

Цель настоящей работы – создание компьютерной модели при исследовании возможности получения биметаллического инструмента с основой из конструкционной стали, а рабочей части из высоколегированных инструментальных сталей с экономией последних до 70 - 80%.

Для получения данных о совместном пластическом течении двух металлов 1 и 2, составной биметаллической заготовки (рисунок 1) при СГВ провели эксперименты по схеме с комбинированным выдавливанием (обратное и радиальное) для изготовления биметаллического штампового инструмента вставка пуансона, применяемого на холодновысадочных автоматах.

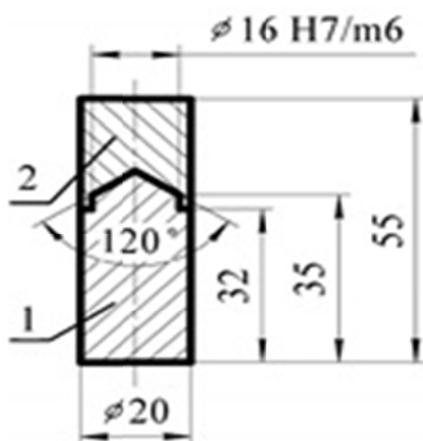


Рисунок 1 – Эскиз составной заготовки:
1 – сталь 40Х; 2 – сталь Х12МФ

Образцы изготавливались резанием на токарном станке из прутков одной поставки. Контактные поверхности подвергались протирке этиловым спиртом и зачистке металлическими щетками. После чего образцы нагревали в камерной печи СНОЛ-2УМ до температуры $T_{\text{пл}} = 1200^{\circ}\text{C}$ и контролировали ее с помощью платино-родиевой термопары ТПРТ 01.01-000-ВЗ-Н-К799-4-320, соединенной с микропроцессорным измеритель-регулятором ТРМ-101. Время выдержки образцов в печи выбиралось из расчета полного прогрева по сечению и составляло 1 мин на 1 мм диаметра заготовки.

Комбинированное выдавливание осуществлялось на вертикальном копре со скоростью ударника 10 м/с и кинетической энергией 3,4 кДж в разъемных полуматрицах.

На основе исходных данных, (размеры и форма составной заготовки, пуансона и полуматриц), создали модель для анализа пластического течения (рисунок 2, а).

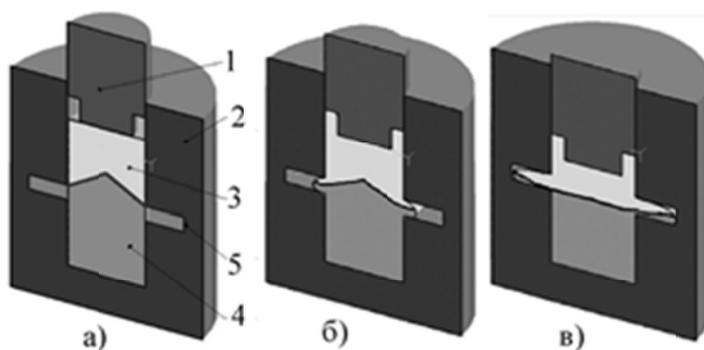


Рисунок 2 – Модель совместного пластического течения различных сталей:
а – до ударного нагружения; б – в момент формирования рабочей полости;
в – в момент завершения пластического течения
1 – пуансон; 2 – полуматрица; 3, 4 – составная заготовка;
5 – кольцевая проточка для формирования биметаллического соединения

После создания исходной модели в препроцессоре программы DEFORM-3D задали исходные данные соответствующие условиям нагружения реальной составной заготовки. Далее запускается пошаговый процесс симуляции с возможностью ввода линии раздела биметалла и просмотра картины течения на любом шаге, т.е. при любом перемещении пуансо-

на, например, в момент полного образования полости (рисунок 2, б) или момент завершения процесса деформирования (рисунок 2, в) и т.д.

Сравнительный анализ пластического течения реальных образцов и полученных моделей производился в графическом редакторе КОМПАС путем наложения линий раздела двух материалов 1 и 2 (линия А на линию Б) (рисунок 3).

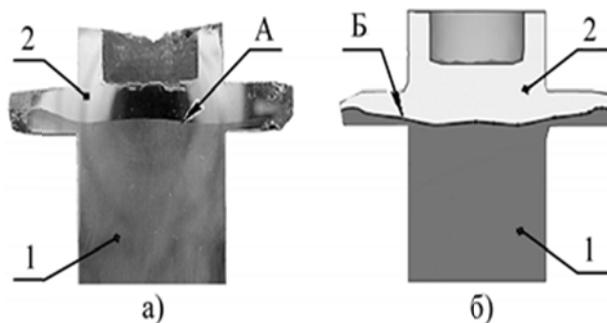


Рисунок 3 – Вид биметаллических образцов после деформации образцов (а) и модели (б):
а) 1-сталь 40Х, 2-сталь Х12МФ; б) 1-конструкционная сталь, 2-штамповая сталь

Относительное расхождение несовпадающих точек не превышало 10%, которое объяснимо тем, что для моделей приняты идеальные условия деформирования, не учитывающие допуски, назначаемые при изготовлении реальной оснастки, и физическую природу строения реальных металлов. В целом же моделирование пластического течения биметаллических составных заготовок, как это видно из рассмотрения линий раздела двух материалов А и Б на рисунке 3, является качественным и достоверным.

УДК 621.983.321

Оптимизация процесса комбинированной вытяжки полых изделий

Студенты гр. 104411 Пригара П.В., Приступа А.С.

Научный руководитель – Любимов В.И.

Белорусский национальный технический университет
г. Минск

При комбинированной вытяжке полых изделий деформирование заготовки происходит и по периметру заготовки и по ее толщине, поэтому технологическое усилие значительно увеличивается по сравнению с усилиями отдельных процессов вытяжки, составляющих комбинированный процесс.

Можно выделить две стадии процесса комбинированной вытяжки. Первая стадия соответствует обычной вытяжке плоской заготовки до начала ее принудительного утонения, а вторая – собственно комбинированному процессу, характеризующемуся наличием в очаге пластической деформации двух зон: зоны вытяжки и зоны принудительного утонения. На второй стадии происходит деформирование заготовки по толщине стенки и завершение деформирования ее по периметру. Переход первой стадии во вторую является критическим моментом, когда возможно разрушение заготовки.

На рисунке 1 приведены силовые диаграммы процессов вытяжки заготовок из стали 08кп толщиной $s = 0,78$ мм без утонения (зазор между пуансоном и матрицей $z = 1,4S$) и комбинированной вытяжки ($z = 0,77S$). Радиальная матрица диаметром 33 мм имела радиус скругления вытяжного ребра 7 мм, что соответствовало наиболее неблагоприятным условиям осуществления комбинированной вытяжки, так как при этом имело место наложение второй стадии формоизменения на первую.