

УДК: 621.73.001.24

ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЛАСТИЧЕСКОГО ФОРМОИЗМЕНЕНИЯ ПРИ ОСАДКЕ ВЫСОКОЙ ПОЛОСЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОСЛОЙНЫХ МОДЕЛЕЙ.

Шарапов К.М., Васильев К.И.

МГТУ «СТАНКИН»

Кафедра «Системы пластического деформирования»

Научный руководитель: д.т.н., проф. *Васильев К.И.*

Экспериментальными исследованиями показано формирование «осадочного креста» и объяснены причины его возникновения. Выявлен выход участков боковой поверхности осаживаемой полосы на контактную поверхность с инструментом. Объяснен эффект поворота слоев многослойной заготовки в процессе ее осадки и разработана компьютерная модель, позволяющая визуально наблюдать процесс осадки полосы как в прямом, так и в обратном направлении с отображением поворота слоев в сторону поверхностей контакта с инструментом.

После травления стальных осаженных заготовок в их поперечном сечении выявляется «осадочный крест», границы которого являются линиями интенсивных сдвиговых деформаций – линиями разрыва скоростей (рис. 1).



Рис. 1

На начальном этапе осадки такой эффект не наблюдается из-за незначительных сдвиговых деформаций в указанной зоне, хотя в соответствии с теорией линий скольжения [1] подобное явление может иметь место. Поэтому процесс осадки высокой полосы можно условно разделить на 2 фазы:

1. Развитие «жесткого» клина, границы которого определяются линией контакта с инструментом и линиями разрыва скоростей, проходящими из крайней точки контакта деформируемой заготовки с инструментом под углом 45° к этой линии контакта. В результате застойная зона («жесткий» клин) имеет форму прямоугольного треугольника, гипотенузой которого являются линии разрыва скоростей. В процессе деформирования площадь клина увеличивается, а металл в периферийной зоне выдавливается клином в поперечном направлении (рис. 2). Первая фаза осадки продолжается до тех пор, пока вершины клиньев не сомкнутся. Это произойдет в момент, когда текущая высота осаживаемой полосы станет равной длине линии контакта с инструментом.

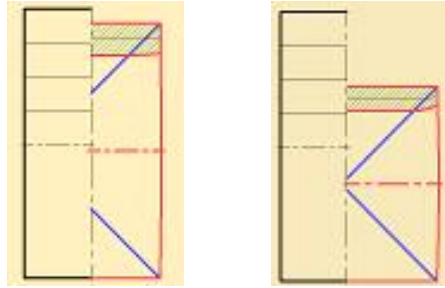


Рис.2

2. После смыкания вершин «жестких» клиньев начинается вторая фаза осадки – фаза интенсивного бочкообразования. Угол при основании «жестких» клиньев меняется, но площадь треугольников в течение этой фазы остается постоянной. Угол клиньев при вершине начинает увеличиваться (от 90 градусов), а угол линии разрыва скоростей (границ интенсивных сдвиговых деформаций) с линий контакта с инструментом начинает уменьшаться (рис. 3,4). Металл в периферийной зоне также выдавливается клином в поперечном направлении, но т.к. угол клина непрерывно уменьшается, то имеет место интенсивное увеличение усилия деформирования (вследствие увеличения сил трения на линиях разрыва скоростей), и интенсивно увеличивается бочкообразность осаживаемой заготовки.



Рис. 3

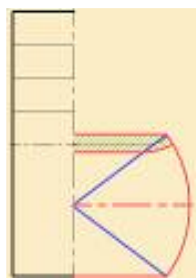


Рис.4.

В процессе осадки многослойных образцов из пластилина был выявлен изгиб слоев и их выход на контактную поверхность (рис.5). Этот эффект наблюдается в течение 2-й фазы осадки и не может быть объяснен наличием сил контактного трения с подвижной плитой.



Рис.5.

Для компьютерного моделирования процесса осадки высокой полосы была создана математическая модель, позволяющая визуально наблюдать процесс деформирования в режиме реального времени.

Осаживаемая заготовка разбивается на слои (Рис. 6) и в каждом слое проводится средняя линия.



Рис. 6.

Принимаем, что материал изотропен и неупрочняем. Считаем также, что все слои заготовки деформируются равномерно, т.е. толщина каждого слоя в процессе деформирования одинакова, что подтверждается работами Л.Г.Степанского [1].

Заменим криволинейную боковую линию осаживаемой полосы прямолинейным отрезком. В соответствии с законом сохранения массы площадь поперечного сечения деформируемой полосы остается неизменной и равной площади поперечного сечения исходной полосы (плоская задача).

Из условия неразрывности площади контактного и срединного слоев заготовки должны быть равны и оставаться постоянными в процессе деформирования. Отсюда следует, что средние линии трапеций всех слоев должны быть также равны и в свою очередь равняться длине средней линии срединного слоя. Для выполнения этого условия средняя линия каждого слоя должна загибаться и может выходить на контактную поверхность, что подтверждается экспериментами по осадке многослойных образцов из цветного пластилина (Рис. 5).

На базе вышеуказанных предпосылок была разработана математическая модель, реализованная в среде графического редактора TFLEX-CAD (рис.7и рис.8).

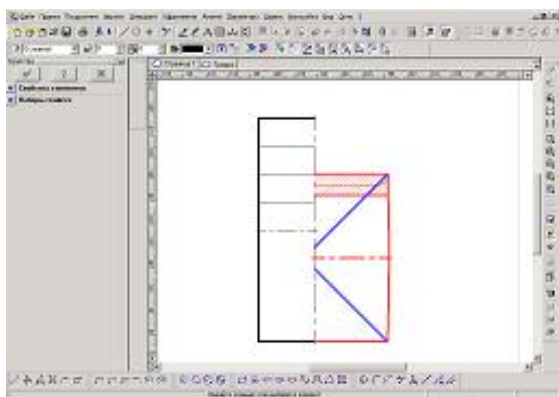


Рис.7.

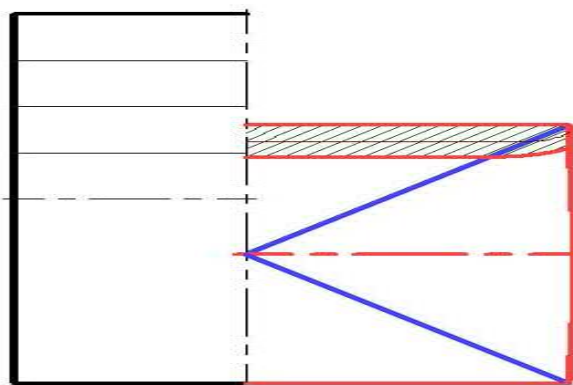


Рис.8.

Процесс деформирования отображается на экране в режиме реального времени. Для этого достаточно захватить указателем мыши линию контакта заготовки с инструментом и перемещать ее вниз. Изменение текущей высоты, толщины слоев радиальных размеров и поворот средней линии отображается на экране (рис.9). Модель инвариантна к исходным данным заготовки. Процесс моделирования можно наблюдать как в направлении от заготовки к поковке, так и в обратном направлении – от осаживаемой поковки к заготовке.

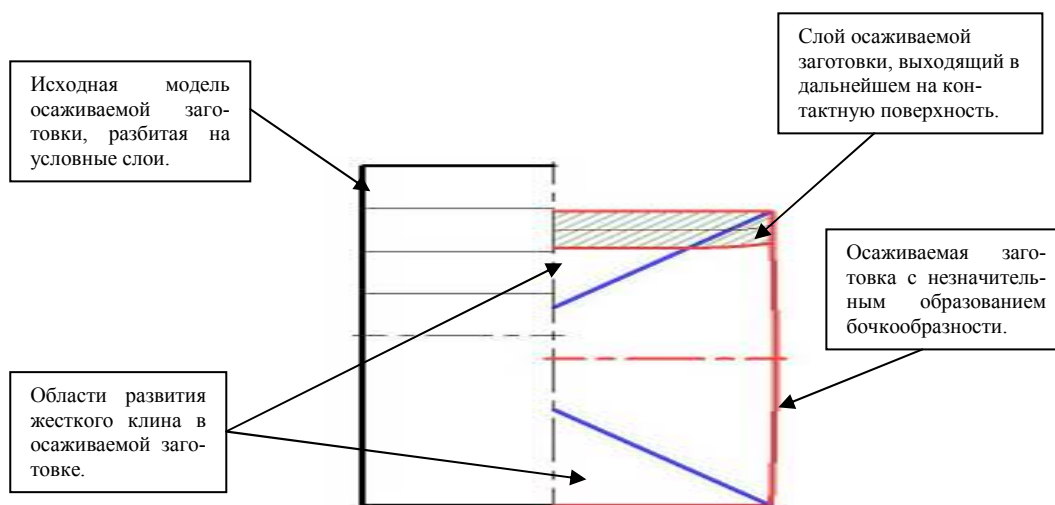


Рис.9.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степанский Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением. М. Машиностроение, 1979, 215 с.