

Моделирование процесса изготовления уголка из полосовой заготовки с перфорацией

В работе приведены результаты моделирования процесса изготовления профиля уголкового типа из предварительно перфорированной полосовой заготовки с отверстиями круглой формы. Выявлены причины искажения отверстий круглой формы до эллипсных отверстий, выявлены особенности формообразования профилей из материала с перфорацией. Математическое моделирование выполнено с помощью программы LS-DYNA версии 971. Исследование выполнено в научных целях.

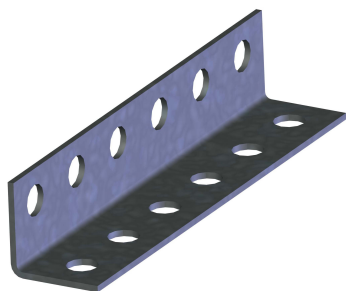


Рис. 1. Профиль – уголок 30x30x2 с перфорацией

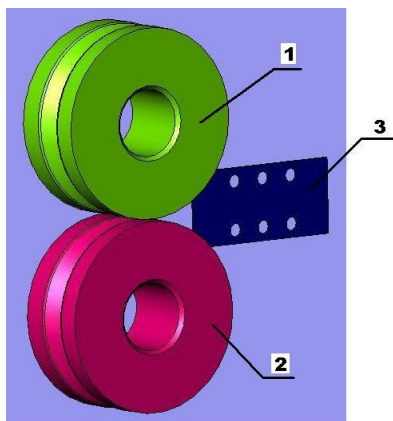


Рис.2. Роликовый калибр для изготовления профиля уголкового типа: 1 – верхний ролик; 2 – нижний ролик; 3 – заготовка

Для создания контактных поверхностей между инструментом и профилем использовали тип контакта forming surface-to-surface contact (FSTS).

Были заданы соответствующие условия ограничения роликов от смещения и разрешено приложение момента по одной из координат (X).

Конечно-элементная модель включала 8400 объемных элементов и 960 оболочных элементов (рис. 3).

Некоторые результаты моделирования приведены на рис. 4-6.

Распределение пластических деформаций (von mises) приведено на рис. 4. Характерно явное влияние отверстий на распределение деформаций по сечению профиля. Наибольшие пластические деформации наблюдаются в зоне сгиба профиля (в уголковой зоне профиля) и по определенным зонам у отверстий. Расположение этих зон связано с направлением деформирования плоской заготовки и величины подсадки при формовании профиля. Графики распределения пластических деформаций по отверстию с течением времени приведены на рис. 5. Рас-

В работе рассматривается процесс изготовления профиля уголкового типа из полосовой перфорированной заготовки. Отверстия диаметром 10 мм на исходной заготовке имеют круглую форму. В процессе формования профиля в роликовом калибре происходит искажение формы отверстий.

Цель математического моделирования в данной работе – исследование искажения формы отверстий при формовании уголкового профиля, определения размеров отверстий и их влияния на сечение самого профиля.

Для объекта моделирования был выбран профиль уголкового типа с размерами 30x30x2: полки профиля 30 мм, толщина стенки профиля 2 мм (рис. 1). Исходная заготовка имеет ширину 58 мм с двурядной перфорацией с шагом 25 мм и диаметром отверстий 10 мм, расстояние от кромки полосы до центра отверстий 10 мм. Материал профиля оцинкованная сталь марки 08кп, материал роликового инструмента материал У8.

Исходная модель роликового инструмента и перфорированной заготовки (рис. 2) создавалась в программе Solid works и далее через файл *.x_t передавалась в программу Ansys. В работе использовался пре- и постпроцессор программы Ansys, а решателем служила программа LS-DYNA.

Формующие ролики задавались как абсолютно жесткие (Rigid) тела, конечно-элементная (КЭ) сетка задавалась только на их поверхности, используя тип элемента Shell 163.

Для модели материала профиля была выбрана билинейная изотропная модель (*MAT_PLASTIC_KINEMATIC – третья модель материала программы LS-DYNA) с пределом прочности 250 МПа и типом КЭ – Solid 164 с одноточечной редуцированной схемой интегрирования по объему с контролем Hourglass 4.

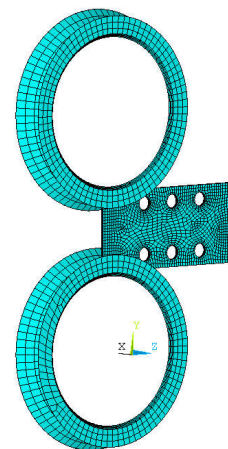


Рис. 3. КЭ модель формирующих роликов и заготовки с отверстиями

предления пластических деформаций у отверстия с течением времени приведено на рис. 6. Характерно расположение максимальных пластических деформаций под углом к направлению прокатки, что связано с постепенным деформированием заготовки. Характерно образование пиков под углом 54 град. начиная с $T=0.038$ с, а начиная с $T=0.048$ с характерно образование второго пика в диаметрально противоположном направлении. На рис. 6 пики, места максимальных деформаций, проявлены красным цветом.

Практические испытания полностью подтверждают результаты моделирования. Форма отверстий по этапам формовки при моделировании и на готовом профиле идентичны (рис. 6-8).

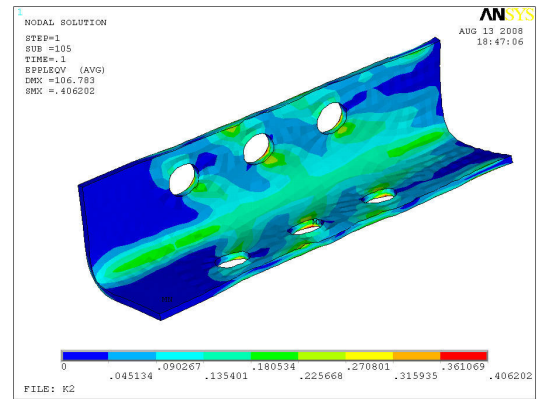


Рис. 4. Профиль, полученный при моделировании

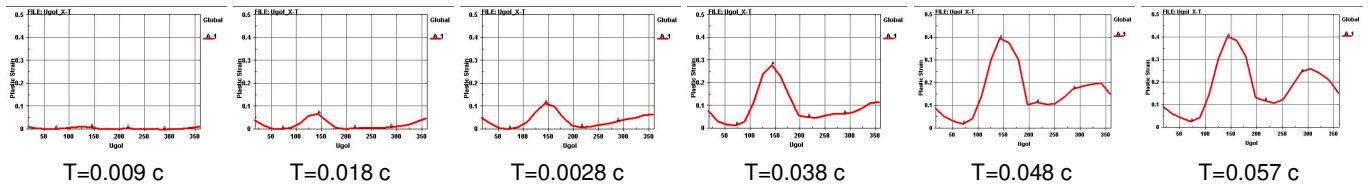


Рис. 5. Графики распределения пластической деформации по образующей контура отверстия с наружной стороны (начиная с верхней точки по часовой стрелке)

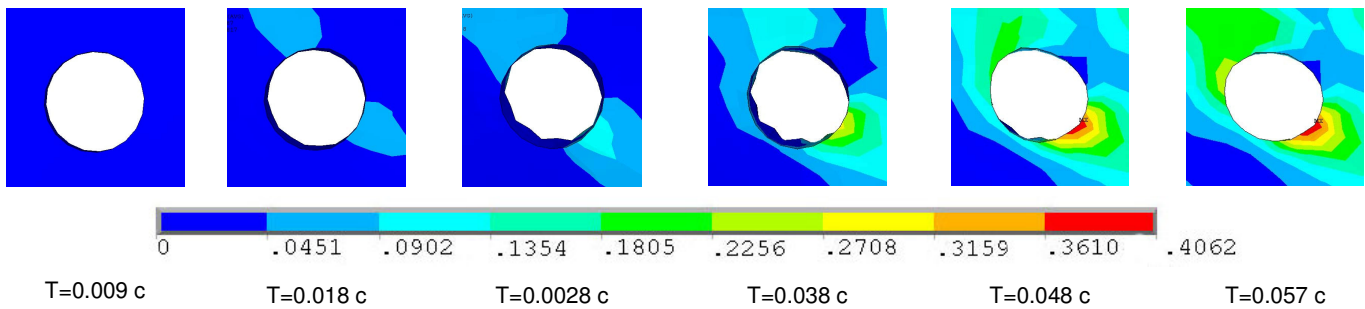


Рис. 6. Этапы накопления пластической деформации и изменения формы отверстия при моделировании

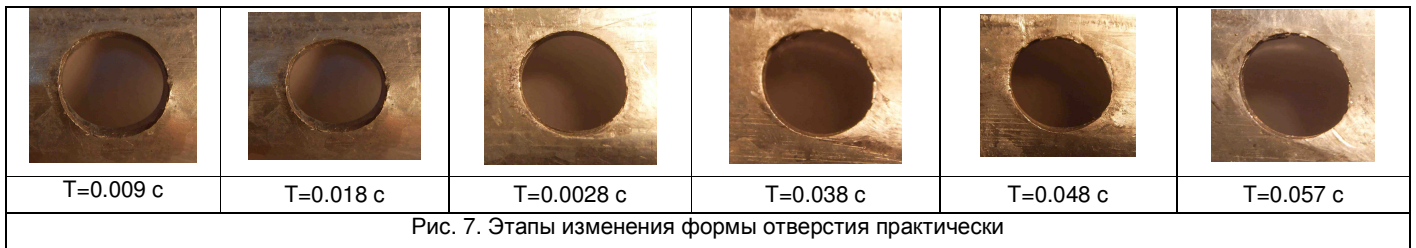


Рис. 7. Этапы изменения формы отверстия практически

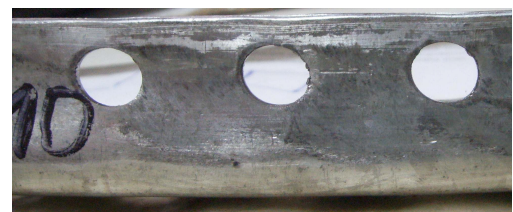
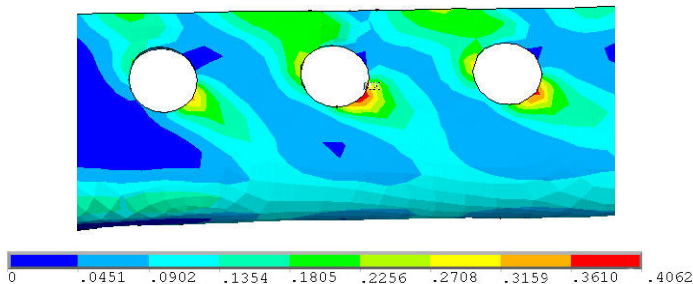


Рис. 8. Форма отверстий при моделировании и экспериментальных исследованиях

Применение программы LS-DYNA позволяет смоделировать практически любой формообразующий процесс в обработке металлов давлением и получить необходимые технологические данные еще на стадии проектирования технологической оснастки и оборудования.