

## Моделирование процесса изготовления в роликах профиля Z-образного сечения

В работе исследовано напряженно-деформированное состояние заготовки в процессе профилирования в роликовых калибрах при изготовлении несимметричного профиля Z-образного сечения с помощью программы LS-DYNA. Показана причина скрутки профиля в продольном направлении на основе изучения продольных деформаций. Исследование выполнено в научных целях.

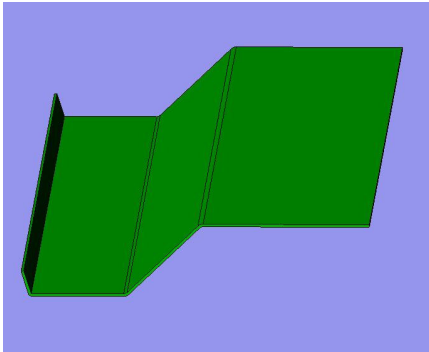


Рис. 1. Профиль Z-образного сечения 70x15x0,5

Процесс профилирования в роликовых калибрах является одним из наиболее производительных и перспективных процессов в листовой обработке металлов давлением. Но, как и у любого процесса у него существуют и недостатки. В частности, при изготовлении профиля с несимметричным поперечным сечением, например, Z-образного сечения, возникает неустранимая скрутка профиля в продольном направлении. Скрутка связана с различными величинами продольной деформации по краям профиля.

Цель моделирования – определение величин продольных деформаций по краям профиля, с последующим определением способов их выравнивания и, таким образом, уменьшения скрутки. Для решения данной задачи использовалось математическое моделирование с помощью программы LS-DYNA версии 971.

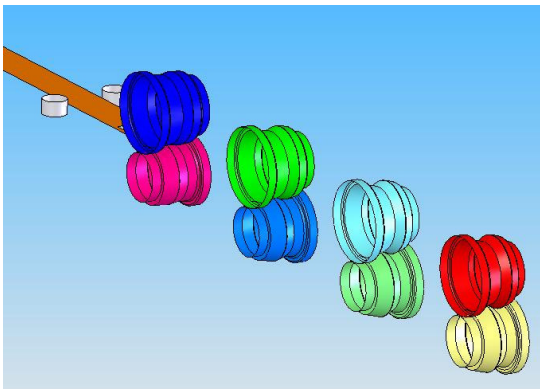


Рис. 2. Формообразующая оснастка (4 пары роликовых калибров) для изготовления Z-образного профиля

Несимметричный профиль Z-образного сечения представлен на рис. 1. Процесс изготовления профиля из листовой заготовки происходит в 4-х роликовых калибрах (рис. 2), где последовательной подгибкой образуется требуемое поперечное сечение профиля. Материал профиля – холоднокатаная сталь 08пс, задан типом элемента Shell 163 с формулировкой №7 (corotational Hughes-Liu). Материал роликов – инструментальная сталь У8, задан твердым (Rigid) типом элемента Shell 163.

Формующие ролики ограничены от всех перемещений, разрешено только вращение в направлении плоскости проката. На исходную плоскую заготовку ограничения не применяются. Для захода с первый калибр к заготовке прикладывалась начальная скорость (INITIAL\_VELOCITY). На ролики задавались угловые скорости, соответствующие направлению проката. Движение полосы через калибры происходит под воздействием сил трения, возникающих в процессе подгибки элементов полок, что полностью соответствует реальному процессу.

Конечно-элементная модель (рис. 3) была создана в программе ANSYS и включала в себя оболочные элементы на исходной заготовке и роликовом инструменте. После задания всех необходимых параметров задача передавалась решателю LS-DYNA. Результаты обрабатывались в программе LS-PrePost.

Результаты моделирования приведены на рис. 4, 5. Сечения профиля по переходам приведены на рис. 4.

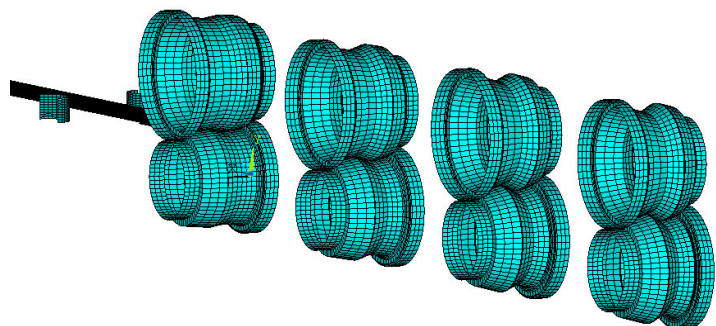


Рис. 3. Конечно-элементная модель роликов и заготовки

На сечении различными цветами отображено распределение пластических деформаций. Наибольшие деформации сосредоточены по угловым зонам профиля и по левой краевой отбортовке. На графиках рис. 5 представлено распределение продольных деформаций по краям профиля. Четыре пика (рис. 5а) соответствуют резкому скачку деформаций непосредственно в калибре роликовой пары, и проявлены на каждом переходе. Выявлено превышение предела упругих деформаций (типично принимается значение 0,002) на 2 и 3 переходах, которые и вызывают остаточную деформацию по левому краю профиля. По правому краю (рис. 5б) деформации соответствуют упругой зоне (отсутствуют остаточные деформации).

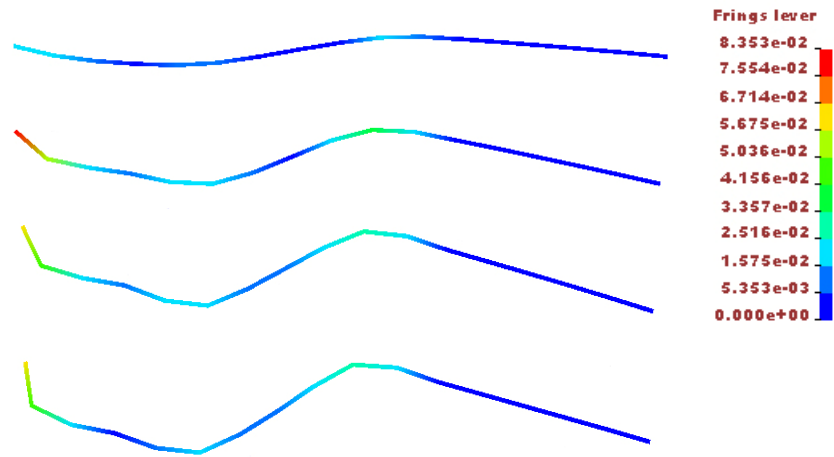


Рис.4. Этапы изготовления Z-образного профиля. Распределение пластических деформаций по сечению профиля.

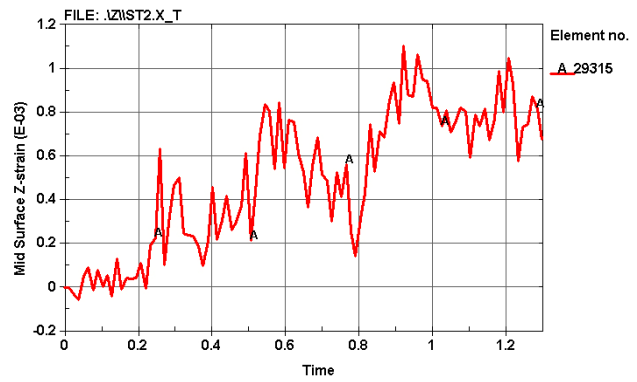
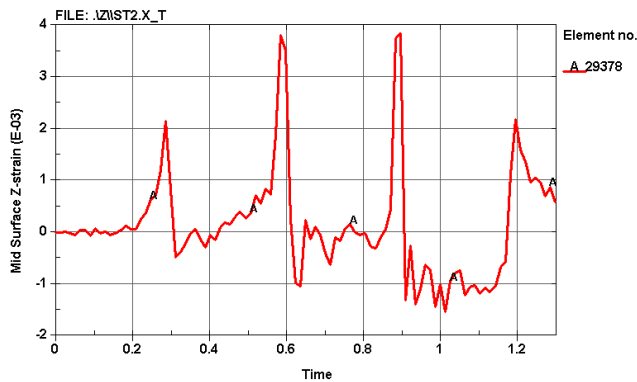


Рис. 5. Графики продольных деформаций по ходу движения профиля на левом (а) и правом (б) краю профиля

Опробование данной схемы производилось на гибочно-прокатном стане. Угол скрутки измеряли после каждого перехода. Окончательный угол скрутки составлял 24 град/метр (рис. 6).

По результатам моделирования в программе LS-DYNA можно сделать следующие выводы: основная причина скрутки – остаточные деформации по одному из краев профиля. Для получения прямолинейного профиля необходимо применить способы, позволяющие уравновесить эти деформации, например, рациональный подбор углов подгибки профиля, что также осуществимо в данной программе.



Рис. 6. Скрутка профиля Z-образного сечения