

УДК 621.98.011

АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ СОПРЯЖЕНИЯ ГНУТЫХ ДЕТАЛЕЙ ИЗ РАЗНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сергей Юрьевич Фролов

*Магистр 1-го года обучения,
кафедра «Металлургия»**Московский политехнический университет (Московский Политех)**Научный руководитель: Ю.А. Морозов,
кандидат технических наук, доцент кафедры «Металлургия»*

Гибка листового металла представляет собой формоизменяющую операцию, направленную на получение объемной заготовки либо изделия в процессе деформации листа. Такой процесс дает возможность ускорить и упростить процедуру производства металлоконструкций.

При гибке листовых заготовок получаемый радиусгиба задается шириной матрицы и также зависит от материала. При каждомгибе происходит увеличение длины заготовки на некоторую величину Δ .

Иначе говоря, пластина изначальной длиной $L_0 = 100$ мм, после деформации гибкой, условно, посередине в 90 градусов будет иметь суммарную длину (рис. 1)

$$L_1 = \left(50 + \frac{\Delta}{2}\right) + \left(50 + \frac{\Delta}{2}\right) = 100 + \Delta \text{ мм.}$$

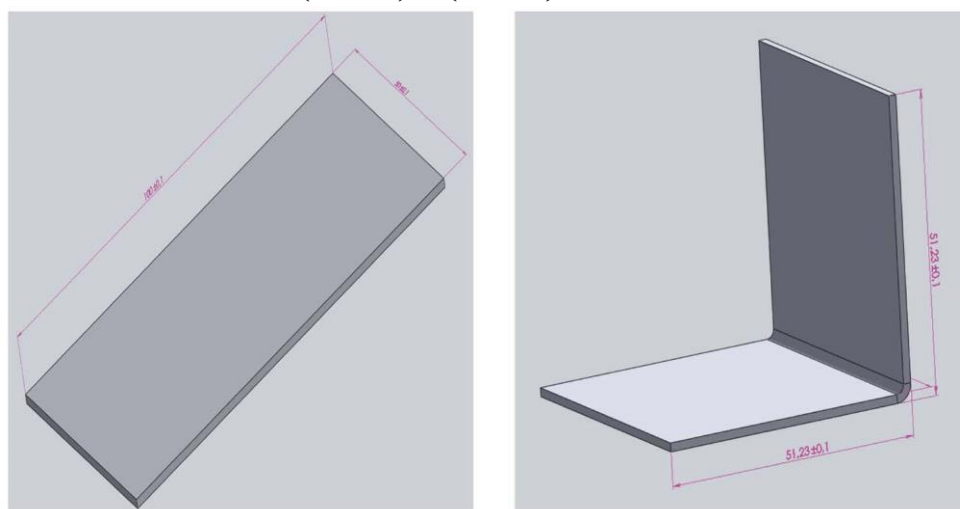


Рис. 1. Гибка листового материала

Исследованием процесса гибки занимались такие видные ученые, как Е.А. Попов, М.Е. Зубцов, В.П. Романовский и пр.

Однако в основном данные работы акцентируются на определении условного радиуса кривизны нейтральной поверхности гнутого изделия и величины утонения материала в зависимости от его толщины.

Поэтому величину удлинения можно оценить только утонением заготовки, что является в общем-то условным фактором.

Согласно работам Е.А. Попова радиус нейтральной поверхности определяется соотношением величин наружного R_1 и внутреннего R_2 радиусов гнутой детали [1, 2]

$$\rho_n = \sqrt{R_1 R_2}.$$

Но при этом не рассматривается деформационное изменение начальных радиусов до деформированных значений $R_{нар}$ и $R_{вн}$ (рис. 2)

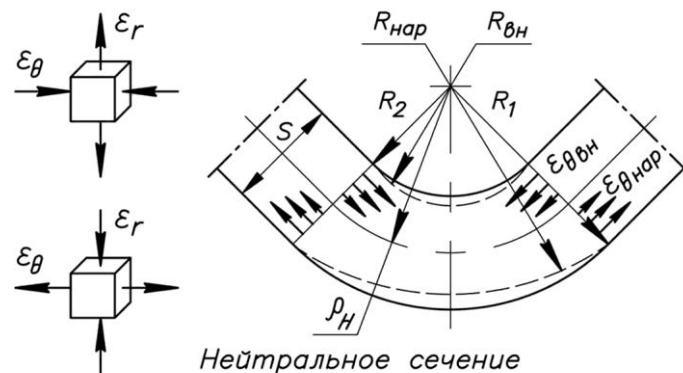


Рис. 2. Деформированное состояние изогнутой полосы
Радиус кривизны нейтральной поверхности по В.П. Романовскому

$$\rho_n = \left(\frac{R_2}{S} + \frac{S'/S}{2} \right) \frac{S'}{S} S \frac{b_{cp}}{b},$$

где S'/S – коэффициент утонения материала (рис. 3);
 b_{cp}/b – величина поперечной деформации полосы, определяемая отношением средней ширины полосы после гибки и ее начальной шириной.

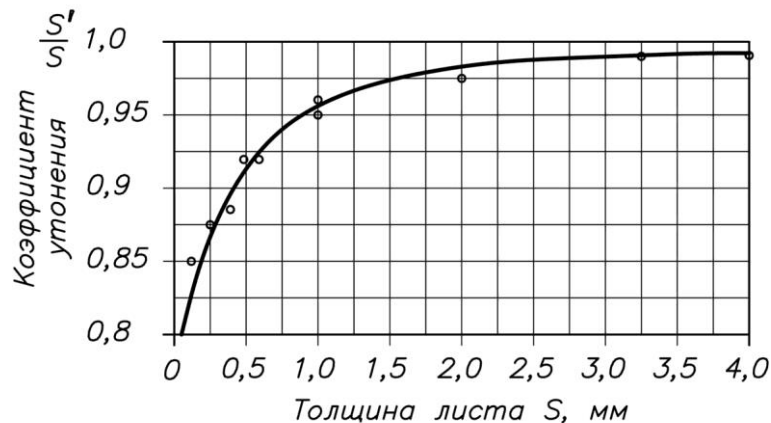


Рис. 3. Коэффициент утонения при гибке на 90 град (сталь 10-20)
Определяя величину утонения из условия равенства деформаций

$$(1 + \varepsilon_z)(1 + \varepsilon_r)(1 + \varepsilon_\theta) = 1,$$

и при допущении плоской схемы деформации, можно оценить влияние радиуса гибки на коэффициент утонения материала [3]

$$\frac{S'}{S} = \frac{1}{1 - \varepsilon_r} = \frac{1 + 1,5 \frac{S}{R_2}}{1 + 2 \frac{S}{R_2}}.$$

Данные решения справедливы при условии, что гибка не сопровождается растяжением заготовки. Вместе с тем на практике изгибу заготовки всегда сопутствует некоторое ее растяжение, обусловленное скольжением по деформирующему инструменту.

Кроме того, коэффициент утонения при гибке зависит от пластичности материала, степени деформации и угла изгиба.

Соответственно, удлинение развертки для каждого материала также будет различным даже при использовании одних и тех же гибочных инструментов.

Поэтому если изначально, на этапе 3-х мерного моделирования разверток, не учесть специфику гибки каждого материала, в конечном итоге это повлияет на габаритные размеры получаемых деталей, которые либо не состыкуются друг с другом, либо состыкуются с большим зазором, что так же будет нетехнологично.

Например, при изготовлении сборки двери, состоящей из двух листовых заготовок разных материалов (углеродистая Сталь 3 и нержавеющая AISI 430), заготовки должны идеально входить одна в другую с минимальными зазорами (рис. 4).

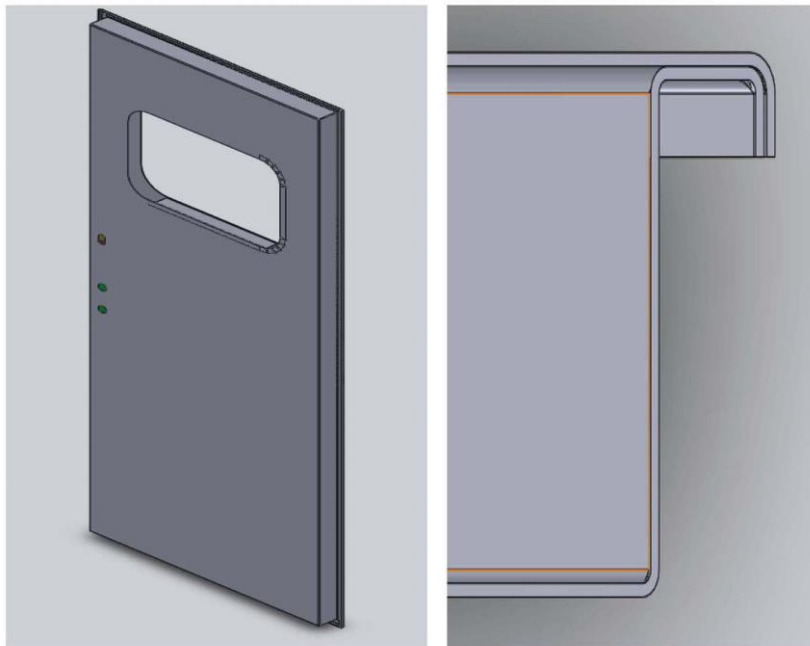


Рис. 4. Сборка двери (слева) и сопряжение гнутых элементов (справа)

При этом на одной заготовке у нас по одному гибу с каждой стороны, зато на второй – по три гiba с каждой стороны.

Применяемые в настоящее время технологии автоматизированного проектирования САПР не учитывают в алгоритме своих расчетов величину Δ , и единственный параметр, с помощью которого можно подогнать 3D модель к реальным результатам – это радиус.

В рамках подготовки к магистерской диссертации мною предлагается:

- рассмотреть специфику гибки для Стали 3 и AISI 403;
- найти экспериментальным путем величины Δ , радиусы получаемых гибов.

Для чистоты эксперимента предполагается взять пластины размерами 30×100 мм различных толщин из Стали 3 и нержавеющей стали одной из наиболее часто используемых марок AISI 430, и деформировать вдоль и поперек направления прокатки с использованием одних и тех же инструментов.

Результаты данного исследования позволят технологам более грамотно выбирать радиусы на этапах проектирования в 3D моделях, и назначать допуски таким образом, чтобы избежать трудностей сопряжения подобных сборках, а так же определить уровень доверия к САПР.

Литература

1. *Попов Е.А.* Основы теории листовой штамповки. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1977. 278 с.
2. *Зубцов М.Е.* Листовая штамповка. Л.: Машиностроении, 1980. 432 с.
3. *Лукашкин Н.Д., Кохан Л.С., Морозов Ю.А.* Определение геометрических характеристик гнутых швеллеров для работы в стойках // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений: Межвуз. сб. научн. трудов / Под. ред. С.Н. Кривошапко. М.: РУДН, изд-во АСВ, 2002. вып. 11. С. 92-99.