

# Формообразование трубных профилей

**В** этой статье мы предлагаем вашему вниманию краткий обзор способов формовки труб большого диаметра для получения качественного профиля при непрерывной валковой формовке.

В настоящее время растет потребность в сварных трубах большого диаметра для газо- и нефтепроводов. Однако до сих пор не существует универсальной методики анализа — особенно это касается труб диаметром 530 мм и выше, — позволяющей на стадии проектирования процесса формообразования и в ходе эксплуатации оборудования проанализировать ход формовки и спрогнозировать качество получаемого продукта.

Одним из основных принципов формообразования различных трубных профилей является обеспечение максимального формоизменения в каждом технологическом переходе. Это необходимо для сокращения числа переходов, то есть для уменьшения количества рабочих клеток стана и, тем самым, его длины.

Выбор числа операций гiba, равных числу пар валков, зависит в основном от сложности конфигурации профиля и его размеров, а также от требуемых допусков на размеры, соотношения толщины и ширины заготовки, конфигурации отдельных участков профиля, механических свойств материала, требуемых радиусов закругления и т. д. [1].

Формообразование можно осуществлять различными способами. Традиционным способом является валковая формовка (рис. 1), осуществляемая в формовочных станах, входящих в оборудование трубоэлектросварочных агрегатов.

Процесс формовки легко представить с помощью "цветка" (рис. 2), который дает наглядное представление о процессе формообразования, в частности, о получении формы профиля в каждой из клеток формовочного стана. По ранее разработанному "цветку" производят анализ возможности осуществления процесса формообразования требуемого профиля. Существуют различные схемы

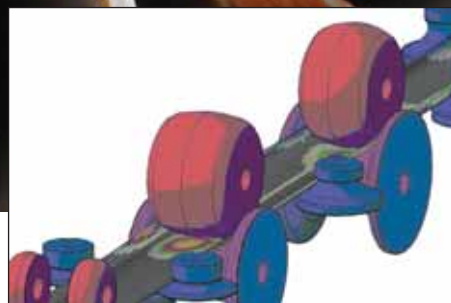


Рис. 1. Валковая формовка

и варианты получения требуемого сечения трубы. Процесс формовки будет устойчивым при плавности траектории крайней точки заготовки [2].

Можно предложить множество способов получения конечной формы профиля. Однако во многом выбор способа зависит от напряженно-деформированного состояния заготовки во время процесса формовки. В МГТУ им. Н.Э. Баумана на кафедре МТ-10 "Оборудование и технологии прокатки" разработана математическая модель процесса непрерывной формовки прямошовных труб на базе специализированного программного комплекса COPRA RollForm, с помощью которой можно проанализировать каждый этап формовки, рассматривая очаг деформации заготовки в валках, и предсказать возникновение дефектов, не прибегая к изготовлению оборудования [3].

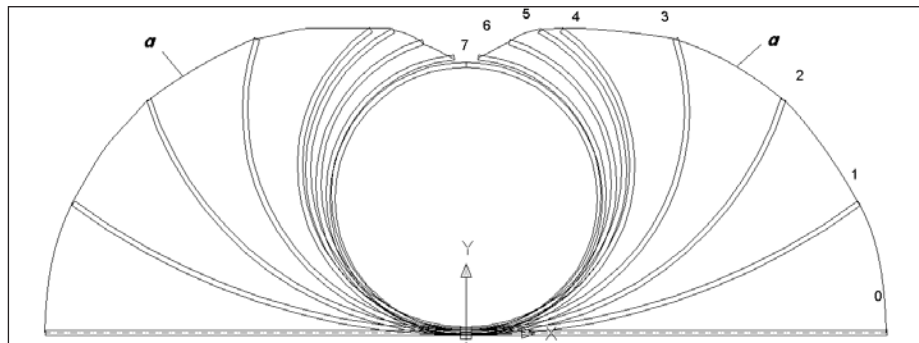
Рассмотрим способы формовки с использованием этой модели. На рис. 1, 3 и 5 представлено несколько вариантов формовки при однорядной калибровке формирующих валков, но с различной кривизной средней линии трубной заготовки.

## Формовка при постоянной нижней точке

На рис. 2-3 представлена формовка листа в цилиндрическую трубную заготовку при условии, что дно формируемой полосы не меняет своего положения по вертикали (при постоянной нижней точке). На рис. 2 видно, что максимальное растяжение кромок полосы в этом случае составляет 3,8%, что приводит к получению сварного шва неудовлетворительного качества.

## Формовка при постоянной верхней точке

На рис. 4-5 представлена схема формовки листа в цилиндрическую трубную заготовку при условии, что кромки формируемой заготовки лежат в горизонтальной плоскости (при постоянной верхней точке). На рис. 5 видно, что максимальное удлинение кромок заготовки составляет 2,8%. Как и следовало ожидать, при



0-7 — последовательность переходов формовки; 0 — исходная заготовка; 1-7 — форма калибра в соответствующей клетке; а — траектория крайней точки заготовки

Рис. 2. Формовка при постоянной нижней точке

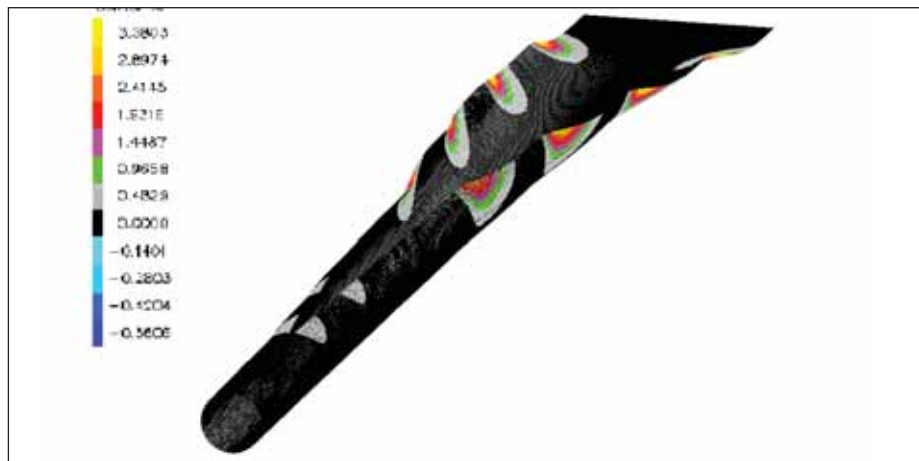


Рис. 3. Напряженно-деформированное состояние полосы при постоянной нижней точке

выбранной схеме формовки максимальное растяжение листа приходится на дно трубной заготовки, что может привести к получению трубы, не удовлетворяющей требованиям ГОСТ или ТУ.

### "Естественная" формовка

Многочисленные расчеты, выполненные на кафедре "Оборудование и технологии прокатки" с помощью указанной выше математической модели [3], показали, что по сравнению с рассмотренными ранее способами наилучшие условия формообразования достигаются, если средняя линия представляет собой кривую, проведенную через точки, являющиеся центрами тяжести каждого рассматриваемого сечения калибра (рис. 6-7). Именно такая формовка называется "естественной" [1]. В этом случае значительно уменьшаются напряжения в трубной заготовке, меньше растягиваются кромки (максимальное удлинение кромок составляет 2,5%).

### Заключение

Мы представили краткий обзор способов непрерывной валковой формовки труб большого диаметра, выполненной с помощью математической модели, созданной на базе специализированного программного комплекса для анализа процесса валковой формовки COPRA RollForm. Результаты исследований показали, что при формовке целесообразно использовать "естественное" формообразование, при котором растяжение кромок минимально, что является необходимым условием при производстве высококачественного профиля.

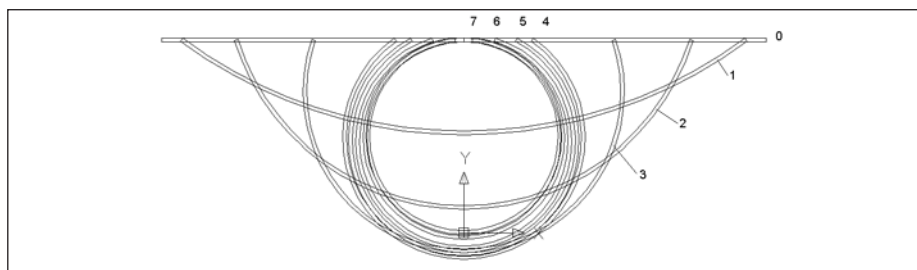
*Антон Скрипкин,  
Антон Лепестов  
CSoft*

*Тел.: (495) 913-2222*

*E-mail: Skripkin@csoft.ru,  
Lepestov@csoft.ru*

### Литература

1. Данченко В.Н., Коликов А.П., Романцев Б.А., Самусев С.В. Технология трубного производства. — М.: Интермет Инжиниринг, 2002, 640 с.
2. Скрипкин А.Ю., Соколова О.В., Севракин А.А. Исследование кривизны траектории средней линии трубной заготовки при производстве электросварных труб. — Третья конференция молодых специалистов "Металлургия XXI века", 13-16 февраля 2007 г.
3. Скрипкин А.Ю. Моделирование процесса валковой формовки сварных труб. — Научный семинар. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 17 июня 2009 г.

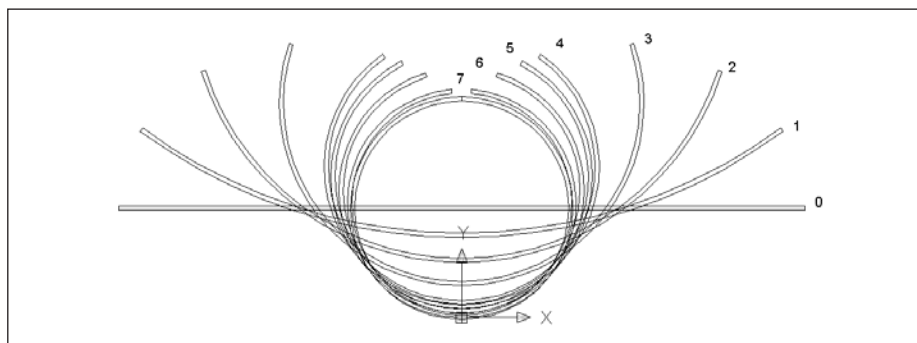


0-7 – последовательность переходов формовки; 0 – исходная заготовка; 1-7 – форма калибра в соответствующей клетке

Рис. 4. Формовка при постоянной верхней точке



Рис. 5. Напряженно-деформированное состояние при постоянной верхней точке



0-7 – последовательность переходов формовки; 0 – исходная заготовка; 1-7 – форма калибра в соответствующей клетке

Рис. 6. Формовка при постоянной точке – центре тяжести



Рис. 7. Напряженно-деформированное состояние при постоянной точке – центре тяжести