

COPRA RollForm

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПРОИЗВОДСТВА ПРЯМОШОВНЫХ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ

Современные тенденции строительства нефте- и газопроводов предполагают не только увеличение объемов производства труб и расширение продуктовой линейки, но и повышение требований к качеству продукции, то есть к трубам среднего и большого диаметров.

Цилиндрическую заготовку с заданной геометрией, предназначенную для сварки, получают из выправленной ленты или толстого листа (в виде отдельных полос или бесконечной заготовки). Способ получения трубных заготовок — непрерывная (роликовая) формовка.

Хотя промышленную формовку труб применяют уже более 60 лет, единой методики расчета геометрических параметров процесса формовки, пригодной для всех случаев, до сих пор нет. Изготовители и эксплуатационники трубоформовочных станков, входящих в агрегаты по производству сварных труб, имеют различные представления о калибровке этих станков и их формовочных групп и решают

эту задачу разными путями (особенно для труб диаметром свыше 100 мм).

Процесс непрерывной формовки труб характеризуется рядом особенностей:

- 1) Проекция кромки полосы на горизонтальную плоскость до точки сварки представляет собой кривую.
- 2) Траектория средней линии полосы в направлении формовки может проходить как горизонтально, так и под углом к участку формовки.
- 3) Профили сечений, то есть геометрическая форма калибров, должны быть последовательными.
- 4) Отношение длины формовочного участка к диаметру трубы должно быть определенным.

Чтобы определить отношение длины участка формовки L к диаметру трубы D , существуют различные формулы, позволяющие ограничить удлинение кромок. Для больших агрегатов (до номинального диаметра трубы 600 мм), характеризующихся отношением $L/D \geq 23$, допустимы лишь самые незначительные остаточные продольные деформации в кромках полосы.

Возьмем в качестве примера трубоэлектросварочный агрегат ТЭСА 203-530. Рассматриваемый размер выпускаемых труб как по диаметру, так и по толщине стенки является максимально допустимым для данного типа агрегата и составляет 530 и 10 мм соответственно.

Зная диаметр трубы D и длину участка формовки L , мы выполняем простое математическое действие и устанавливаем, что в данном случае отношение L/D составляет 27.

В работах Б.Д. Жуковского, Л.И. Зильберштейна, Я.С. Осады, А.П. Чекареева принимается, что участок плавного перехода при формообразовании заготовки для прямошовных сварных труб распространяется на всю длину стана, траектория перемещения точек кромки имеет вид винтовой линии, а поперечные сечения заготовки остаются перпендикулярными направлению движения в стане.

Чтобы при формовке относительное удлинение кромок не превышало 0,1%, либо необходимо большее количество

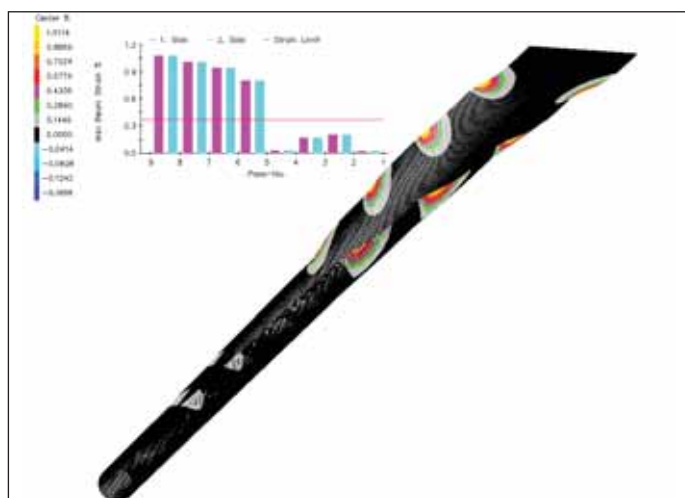


Рис. 1

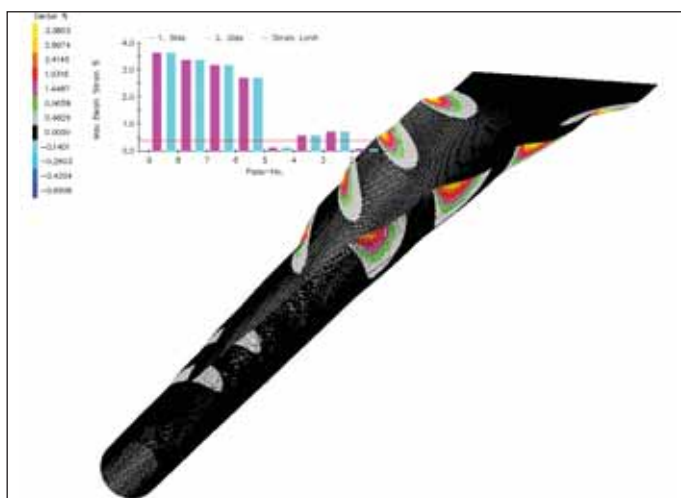


Рис. 2

формовочных клетей, либо требуется увеличить длину стана с уменьшением числа клетей. Оба случая требуют индивидуального подхода и к конструктивному решению, и к возможности разместить оборудование на предприятии. Также не следует забывать об экономическом факторе.

Для определения минимальной длины участка плавного перехода плоского листа в цилиндрическую заготовку можно воспользоваться следующей зависимостью:

$$((L_f - L)/L) \times 100 \leq 0,1,$$

где L_f — длина кромки заготовки на участке плавного перехода.

С учетом геометрических соотношений в зависимости от диаметра трубы D_T длина L участка плавного перехода составит

$$L = 50 D_T.$$

Согласно приведенной зависимости, длина рассматриваемого формовочного стана должна составлять не менее 26,5 м. В действительности же его длина равна 14,4 м, что почти вдвое меньше. С помощью современных методов моделирования можно наглядно представить, что происходит с кромками заготовки при различной длине формовочного стана. В нашем случае для этого был использован специализированный комплекс COPRA RollForm. Так, если сократить длину формовочного стана с 26,5 м (рис. 1) до 14,4 м (рис. 2), то максимальное удлинение кромок заготовки увеличится с 1% (формовочный стан длиной 26,5 м) до 3,4% (формовочный стан длиной 14,4 м).

По моему мнению, сворачивание трубной заготовки должно представлять

собой монотонный очаг, а это достигается только при последовательной формовке и правильно определенной длине стана, которая в свою очередь должна быть минимальной. Согласно зарубежным исследованиям, в кромках полосы при ее формовке в цилиндрическую заготовку возникают одинаковые минимальные удлинения по всей длине стана при соблюдении *естественных* форм формовочных калибров и минимальной длины формовочного участка.

Рассмотрим несколько вариантов формовки цилиндрической заготовки при однорядной калибровке формирующих валков, но с различной кривизной траектории средней линии трубной заготовки. На рис. 3 и 4 представлена *классическая* схема формовки листа в трубную заготовку. В данном случае, как уже сказано, максимальное удлинение кромок полосы составляет 3,4%.

На рис. 5 и 6 представлена схема формовки листа в цилиндрическую заготовку при условии, что кромки формируемой заготовки лежат в горизонтальной плоскости. В данном случае максимальное удлинение кромок полосы составляет 2,8%. Но при этой схеме максимальное растяжение листа приходится на дно трубной заготовки, что может привести к получению трубы, не удовлетворяющей требованиям ГОСТ или ТУ.

Многочисленные расчеты показали, что наибольший эффект достигается в случае, когда формовочная ось представляет собой кривую, проведенную

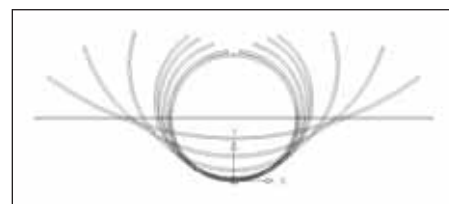


Рис. 7

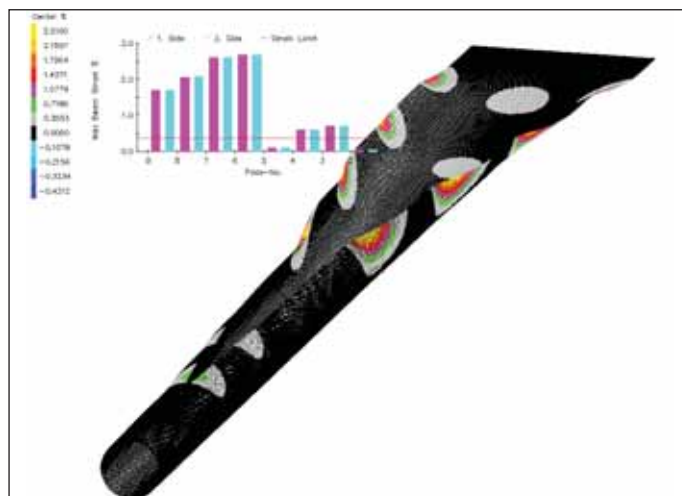


Рис. 8

через точки, являющиеся центрами тяжести каждого рассматриваемого сечения калибра. При выборе этой схемы значительно уменьшаются напряжения в трубной заготовке, меньше растягиваются кромки (рис. 7 и 8). Именно такая формовка и является *естественной*.

Антон Скрипкин

CSoft

Тел.: (495) 913-2222

E-mail: Skripkin@csoft.ru

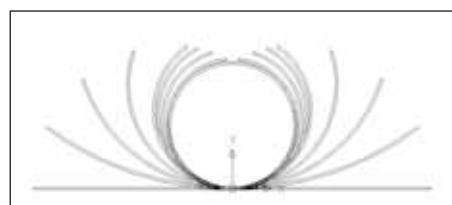


Рис. 3

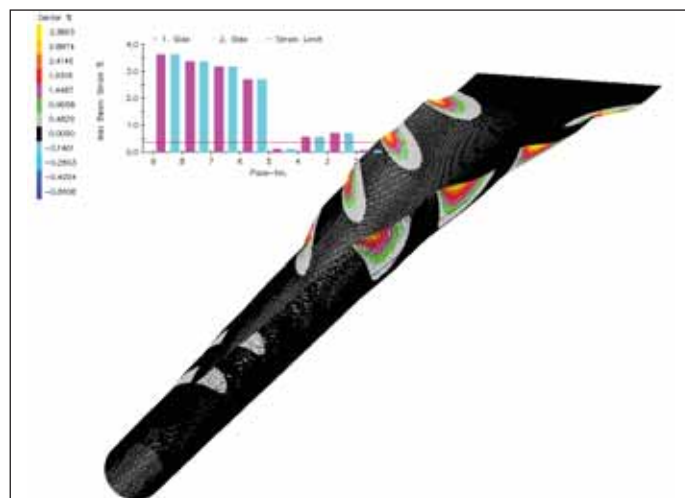


Рис. 4

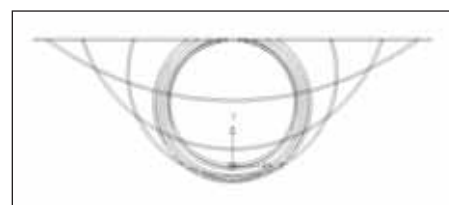


Рис. 5

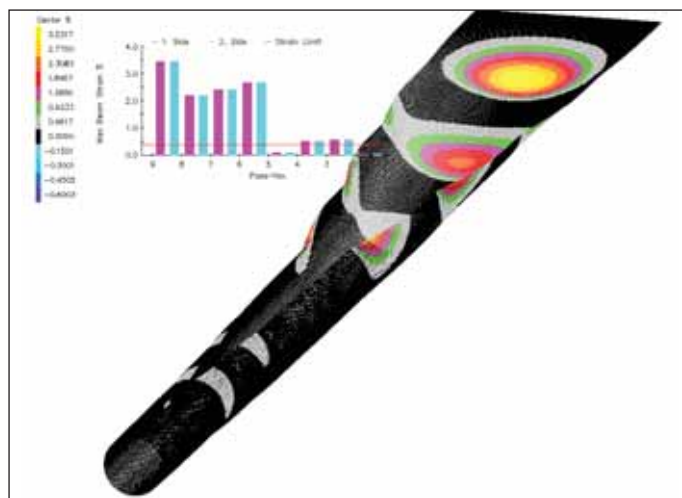


Рис. 6