

ОСОБЕННОСТИ ТОЧНОЙ ФОРМОВКИ ТОНКОСТЕННЫХ И ОСОБОТОНКОСТЕННЫХ ЭЛЕКТРОСВАРНЫХ ТРУБ

На сегодняшний день тонкостенные и особотонкостенные электросварные трубы различного диаметра обладают высокой надежностью и устойчивостью к коррозии, что позволяет применять их во многих отраслях промышленности. Например, при создании каркасов металлоконструкций, производстве мебели, торгового и складского оборудования, а также в нефтегазовой промышленности (магистральные трубы для транспортировки топлива, обсадные и насосно-компрессорные трубы).

Тонкостенными являются трубы с отношением внешнего диаметра трубы к толщине стенки от 12,5 до 40, а особотонкостенными – с отношением, превышающим 40 [5, 6].

Для обеспечения производства электросварных труб с указанным отношением диаметров к толщине стенок необходимо решить ряд технологических задач, таких как выбор типа и оптимальных параметров сварки, оптимальная схема

сворачивания трубной заготовки и стабильность процесса.

Трудности процесса непрерывной валковой формовки тонкостенных и особотонкостенных труб связаны с обеспечением стабильности процесса и точным подводом кромок под сварку. Часто встречающимся видом брака при

сворачивании трубной заготовки является образование гофры, не позволяющее производить качественную сварку труб.

Гофрой называется локальная потеря устойчивости кромок в продольном направлении, которая приводит к прогибу металла (рис. 1) [1].



Рис. 1. Гофра на кромке трубы



Рис. 2. Группа валков открытого (а) и закрытого (б) типа

Основной причиной образования гофры является недостаточное продольное "течение" металла на кромке заготовки [2]. В группах открытых клетей (рис. 2а), как показали исследования, гофрообразование возникает на участках между приводными калибрами, где один из калибров выступает как "тянущий", а второй как "тормозящий". Вследствие этого на кромках возникают сжимающие напряжения, которые

приводят к потере устойчивости и прогибу кромки [3]. В группе закрытых калибров (рис. 2б) образование гофры связано со сложной напряженно-деформированной картиной. Дело в том, что для данных клетей характерна осадка кромок под сварку. Если угол между кромками перед первой клетью закрытого типа слишком велик, то суммарное воздействие продольных деформаций и деформаций по ширине

полосы при осадке приводит к тому, что металл на кромке оказывается в зоне пластичности по всей толщине полосы, что приводит к потере устойчивости при заходе в следующий калибр (рис. 3) [2]. Помимо этого, в группах клетей закрытого типа разница углов между кромками полосы мала. Следствием этого оказывается недостаточное "течение" металла в продольном направлении, что в свою очередь приводит к эффекту "тормозящей" клетки, указанному выше.

Наиболее склонными к образованию гофры являются трубы с отношением диаметра к толщине стенки, превышающим 75. В то же время существенное влияние оказывает марка стали, из которой производится данные трубы [1, 4]. При формовке труб из высокопрочных или нержавеющей марок стали высокая вероятность образования гофры наблюдается уже при отношении диаметра к толщине стенок, равному 35-40.

Для нивелирования условий образования гофры, как было экспериментально доказано А.П. Коликовым, оптимальной схемой формообразования является схема с применением овального или прямого участка полосы с гибкой прикромочной зоны [1]. Возможной причиной снижения эффекта гофры при такой калибровке является локальное формообразование кромки и центральной части в открытой группе клетей, а в группе клетей закрытого типа значительной деформации подвергаются не кромки, а уже овальный или прямой участок полосы. Помимо этого, хорошие результаты показала схема, при которой кромки находятся в одной плоскости, так как из значения продольной деформации устраняется вертикальная составляющая Z (рис. 4).



Рис. 3. Угол между кромками в клетях открытого и закрытого типа

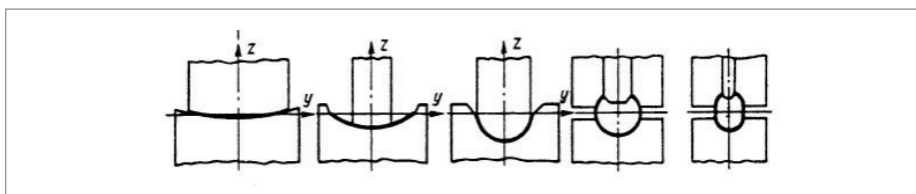


Рис. 4. Калибровка с применением овального участка и постоянным уровнем кромок

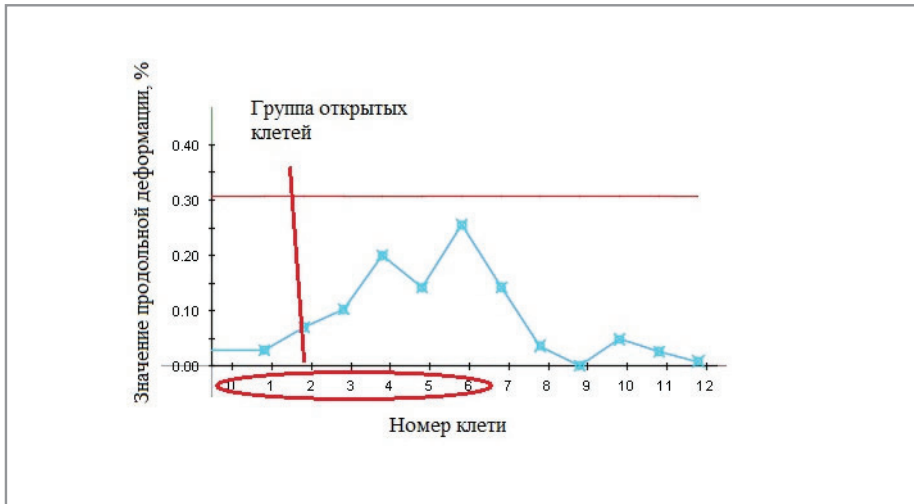


Рис. 5. График продольных деформаций при калибровке с нарастающей продольной деформацией кромок

Другой рекомендуемой схемой формообразования в группах клеток открытого типа является схема, при которой продольная деформация кромок после каждой клетки нарастает, что обеспечивает натяжение кромок и отсутствие их продольного сжатия (рис. 5).

Поскольку в группах закрытых клеток разница между углами схождения кромок очень мала, то для обеспечения продольного течения металла без образования гофр осадку кромок следует производить только в последней клетке закрытого типа (рис. 6) [2].

Так, в статье [2] показано, что при формовке трубы диаметром 325 мм и толщиной стенок 5 мм из стали К56 (D/S=65) при равномерной осадке кромок в груп-

пе клеток закрытого типа наблюдается потеря устойчивости кромок. Анализируя геометрию сетки математической модели, можно видеть, что металл на кромке отстаёт от металла в центральной части полосы. Для устранения данного эффекта предложено уменьшить ширину полосы, тем самым убрав осадку кромок в первых двух клетках закрытого типа. Осадка кромок будет производиться только в третьей клетке.

Образование гофры приводит к некачественной проварке и неустраняемому браку сварного шва. В статье предложены методы, позволяющие сохранить качество кромок и обеспечить их более точный подвод под сварку.

Литература

1. Коликов А.П. Машины и агрегаты трубного производства. — М.: МИСИС, 1998. — 536 с.
2. Новокшенов Д.Н., Соколова О.В., Лепестов А.Е. Обеспечение устойчивости кромок трубной заготовки при непрерывной валковой формовке. — CADmaster, № 3, 2016, с. 34-37.
3. Лепестов А.Е. Прогнозирование качества прямошовных сварных труб. — Всероссийская научно-техническая конференция студентов "Студенческая научная весна 2011: Машиностроительные технологии".
4. Соколова О.В., Лепестов А.Е., Моисеев А.А. Пути расширения технических возможностей оборудования для производства труб нефтегазового сортамента методом валковой формовки. — Производство проката, № 4, 2014, с. 24-25.
5. ГОСТ 10704-91. Трубы стальные электросварные прямошовные.
6. ГОСТ 11068-81. Трубы электросварные из коррозионностойкой стали.

*к.т.н. Ольга Соколова
МГТУ им. Н.Э. Баумана,*

*Андрей Моисеев
АО "CuCoft"
E-mail: moiseev.andrey@csoft.ru*

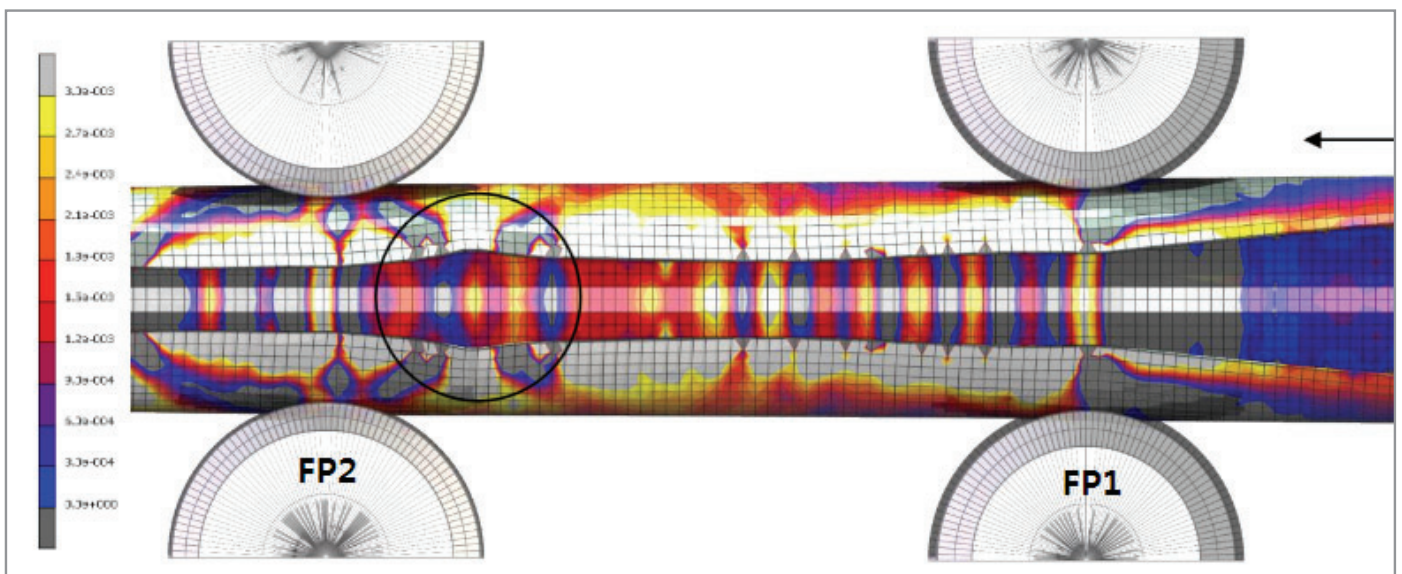


Рис. 6. Форма кромок трубной заготовки при равномерной осадке кромок во всех клетках закрытого типа