

## **Особенности производства профильных труб**

С.В. Паршин, А.А. Пластинина

Уральский федеральный университет им. первого Президента России

Б.Н. Ельцина.

Екатеринбург, Россия

E-mail: netskater@mail.ru

В современных условиях значительной конкурентоспособностью обладают изделия с высокой степенью переработки от исходного полуфабриката. К ним могут быть отнесены профильные трубы, являющиеся полыми изделиями, имеющими некруглое поперечное сечение, в том числе и переменное по длине трубы. Область применения таких труб включает машиностроение, строительство, нефтегазовую отрасль и многие другие области промышленности [1-3]. Определяющим фактором применения профильных труб в той или иной отрасли являются их специальные свойства, дающие потребителю новые возможности в проектировании и эксплуатации изделий, использующих этот вид продукции.

Применение профильных труб с экономичным профилем позволяет создавать оптимальные конструкции, в том числе отвечающие нескольким критериям оптимизации. Наиболее распространенными критериями являются масса, габариты, прочностные и жесткостные характеристики, соответствие возрастающим конструктивным и эстетическим требованиям. В частности, в строительстве такие трубы применяются при создании силового каркаса высотных зданий и сооружений с большими пролетами, действующими в условиях высоких удельных нагрузок. Особенно хорошо этот вид продукции отвечает современным тенденциям сокращения сроков строительства и возрастающим требованиям к уровню архитектурных решений. Известно, что масса строительной конструкции из профильных труб на 20-30% ниже таковой, созданной с использованием обычных прокатных профилей.

Современные производители профильных труб, стремясь обеспечить нужды потребителей, делают акцент на разнообразии форм и размеров

производимых профилей. Это создает ряд сложностей, связанных с необходимостью создания технологических цепочек производства, как минимум, для каждого класса выпускаемой продукции, что, в сочетании с относительно небольшими объемами производства каждого конкретного вида продукции, приводит к появлению высоких удельных расходов на проектирование технологии, что может значительно повышать себестоимость, в особенности для нестандартных видов продукции. Выходом из этой ситуации может являться создание универсальных методик, как выбора способа производства трубы, так и конкретной технологической цепочки ее изготовления.

Помимо несколько более высокой стоимости профильных труб по сравнению с обычными, проблемами в освоении являются необходимость изменения конструкции машин и сооружений, технологии их функционирования, а также проблема технической наследственности, которые, однако, являются решаемыми, о чем свидетельствует тот факт, что рост объемов производства профильных труб опережает таковой для круглых труб.

Исходя из области применения, можно выделить три вида профильных труб: общего назначения, используемые в строительстве, машиностроении и др., (они, как правило, охвачены действующими стандартами); трубы теплотехнического назначения (например, ребристые, плавниковые, со спиральным профилем); трубы специального, в том числе относительно узкого назначения, например, нефтяного, авиакосмического и др.

Профильные трубы этих видов бывают с постоянным и меняющимся по длине профилем, причем трубы с постоянной по длине формой поперечного сечения могут быть с постоянной или переменной по периметру поперечного сечения толщиной стенки. Профильные трубы с постоянной толщиной стенки могут быть многогранными, каплевидными, крестообразными, многолучевыми, овальными и плоскоовальными, желобчатыми, ребристыми, звездообразными, двух- и многоканальными, а также других сложных форм поперечного сечения.

Трубы меняющейся по сечению толщиной стенки могут иметь различные по форме наружные и внутренние контуры (например, наружный круг-

внутренний квадрат и др.). Производятся и применяются также трубы с внутренними или наружными ребрами, образованными изменением толщины стенки; а также с внутренними и наружными ребрами; кроме того, с продольными, поперечными или винтовыми ребрами. Форма поперечного сечения ребра трубы может быть прямоугольной, треугольной, трапецеидальной и др.

Трубы, имеющие меняющееся по длине поперечное сечение могут быть с формой поперечного сечения, имеющей геометрическое подобие по отношению к исходной форме по длине трубы (например с коническими участками или ступенчатым профилем); с переменной по длине формой поперечного сечения при постоянной его площади; а также с переменной формой и площадью поперечного сечения. Спирально – профилированные трубы могут иметь спиральную наружную или внутреннюю поверхность, или спиральные наружную и внутреннюю поверхности. Вышеуказанные признаки видов могут произвольно сочетаться.

Профильные трубы изготавливаются различными способами, которые определяются конфигурацией трубы, требованиями к качеству и объемами производства, материалом заготовки.

Основными массовыми способами изготовления профильных труб является волочение, холодная (ХПТ и ХПТР) и горячая (пильгерстан) прокатка, продольная безоправочная прокатка на многоклетевых станах, формовка из листа (с возможной сваркой) [6], прессование (в том числе и гидропрессование, гидроформовка) и др., а также комбинированные и многостадийные способы. Для относительно не крупных партий труб используется также нанесение профиля обкаткой роликами с различными траекториями движения профилирующего инструмента. Особенно разнообразны (в силу широкого сортамента продукции) способы изготовления теплообменных труб и труб специального назначения.

Для определенных видов труб возможно указать рациональные способы производства - так, например, использование волочения через профильную волоку рационально для получения многогранных, овальных и других видов

труб с постоянным по длине сечением. Процесс, однако, имеет недостатки, связанные с необходимостью подготовки концов труб, применения технологических смазок, для некоторых случаев - необходимостью термической и химической обработки между операциями. Существует возможность сочетания технологий волочения и закручивания трубы [7].

Для получения профильных труб с переменным по длине сечением, с невысокими ребрами и произвольным размещением конических и цилиндрических участков. Возможно использование прокатки на станах ХПТ и ХПТР. Высокая технологическая пластичность металла, достигаемая в этих способах, позволяет профилировать трубы с высоким сопротивлением деформации.

Широкий сортамент профильных труб может быть получен прессованием. В частности, при использовании инструмента с винтовым профилем возможно получение винтовых труб. Наиболее рационально использование прессования для получения труб из легкодеформируемых материалов, в то время как прессование труб из стали и сплавов титана требует точного выбора технологической смазки и температурного режима. К недостатку метода относится тот факт, что прессование профильных труб с тонкими и высокими ребрами приводит к росту сил трения, что повышает усилие прессования и снижает стойкость инструмента (при получении некоторых видов ребристых труб из титановых сплавов стойкость матрицы составляет несколько циклов прессования).

Для производства труб сложной, в частности непрямолинейной формы, возможно применение гидроформовки (деформации жидкостью). Суть способа заключается в том, что внутри трубы, помещенной внутрь жесткого профильного разъемного контейнера, создается гидростатическое давление. Указанный способ применяется, например, для среднесерийного производства деталей сложной трубчатой формы.

Основные направления совершенствования процессов производства профильных труб можно описать следующим образом:

1. Получение профильных труб из ранее не использовавшихся материалов (высокопрочных сталей, сплавов титана, тяжелодеформируемых цветных металлов и сплавов). Могут использоваться методики локального повышения пластичности профиля.
2. Повышение точности размеров, формы профиля, качества поверхности, получение труб со специальной, например, декоративной отделкой поверхности, с нанесенными покрытиями (например, полимерными).
3. Расширение сортамента в сторону усложнения формы (связанного с требованиями технологии эксплуатации), расширения типоразмерного ряда.
4. Снижение себестоимости продукции, например, путем замены дорогостоящих профилей на гнуто-сварные с малой трудоемкостью получения и, зачастую, меньшим расходом материала.
5. Совершенствование технологии профилирования, оборудования и профилирующего инструмента, например, с целью минимизации энергозатрат в процессе производства.
6. Использование специализированного оборудования, использующего высокоуниверсальный в плане сортамента способ профилирования.
7. Создание компьютерных моделей процесса, позволяющих определять геометрические и энергосиловые параметры, напряженно – деформированное состояние и степень использования запаса пластичности материала при освоении новых видов труб и перенастройке оборудования, что призвано снизить себестоимость продукции и повысить ее качество.

#### Библиографический список

1. Паршин С.В. Процессы и машины для изготовления профильных труб.- Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2006. – 356 с.
2. Данченко В.Н. и др. Производство профильных труб. М.: Интермет Инжиниринг, 2003. 224 с.
3. Соколовский В.И. Машины и технология производства холоднодеформированных труб / Материалы конференции «Трубы

- России – 2004»: в сб. «Достижения в теории и практике трубного производства». Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2004. С. 330-343.
4. Коваленко Л.М., Глушков А.Ф. Теплообменники с интенсификацией теплоотдачи. М.: Энергоатомиздат, 1986. 259 с.
  5. Абдрахманов Г.С. Крепление скважин расширяемыми трубами. Самара: Изд. дом «Росинг», 2003. 228 с.
  6. Тришевский И.С. и др. Производство гнутых профилей (оборудование и технология). М.: Металлургия, 1982. 384 с.
  7. Каргин В.Р. Процессы получения винтовых профилей и труб. М.: Металлургия, 1994. 96 с.