

Новый процесс производства высокоточной бесшовной стальной трубы

Студент гр. 10402120 Вязов Ю.М.
Научный руководитель – Томило В.А.
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время высокоточные толстостенные бесшовные стальные трубы с малым отверстием широко используются в производстве различных пневматических или гидравлических компонентов. Для их внутреннего и внешнего диаметров требуется высокая точность и малая шероховатость поверхности.

Традиционная технология механической обработки имеет ряд недостатков. Из-за длинной трубы длина соответствующего держателя инструмента будет увеличиваться, что может привести к вибрации и деформации во время обработки. Чтобы обеспечить высокую точность размеров и качество поверхности внутреннего отверстия, в последующем требуется несколько проходов развертывания и полировки. Однако это влечет за собой большие трудозатраты и временные затраты на обработку трубы. Проводится около 30 операций, таких как глубокое сверление, развертывание глубоких отверстий, электролитическая полировка, хонингование и обработка внутренних отверстий. При глубокой обработке углеродистой стали скорость сверления составляет всего 10~14 мм/мин, но глубокое сверление занимает 28~40 мин (длина трубы 400 мм). Однако шероховатость внутреннего отверстия достигает всего Ra 0,4~0,8 мкм после многократного развертывания и полировки. Для достижения приемлемых результатов в Ra 0,2 мкм, необходима электрополировка внутренней.

Традиционный процесс холодной прокатки эффективнее и выглядит следующим образом: выплавка стали, круглая прокатка стали, прошивка, травление, холодная прокатка, отжиг, полировка внутренней и внешней поверхностей. Основное преимущество холодной прокатки отражено в следующих моментах: очаг деформации холодной прокатки подвергается сжимающим напряжениям, что способствует пластической деформации. Коэффициент удлинения при прокатке (μ) может достигать 4–7, скорость уменьшения диаметра может достигать 75–85 %, а отклонение толщины стенки трубы после холодной прокатки уменьшается. Холодная прокатка приводит к плотной структуре трубы и мелкозернистости. При этом механические и физические свойства трубы улучшаются одновременно, а предел прочности при растяжении увеличился. от 581 МПа до 1096 МПа. Однако труба может подвергаться водородному охрупчиванию и межкристаллитной коррозии во время травления, и большинство существующих холоднокатаных бесшовных труб представляют собой тонкостенные трубы. Традиционный процесс холодной прокатки не может производить трубы с отношением диаметра к толщине ≤ 3 после отпуска. Кроме того, он также нуждается в повторной термообработке и полировке, поэтому эффективность его ниже, чем у нового предлагаемого процесса прокатки.

Новый процесс производства высокоточной бесшовной стальной трубы выглядит следующим образом: закалка и отпуск, механическое хонингование, холодная пильгерная прокатка, вакуумный отпуск, готовое изделие.

Этот метод подвергался проверкам. Результаты показывают, что скорость подачи положительно коррелирует с нормальным давлением на единицу площади, а увеличение нормального давления на единицу площади полезно для уменьшения шероховатости внутренней стенки [1]. С увеличением скорости подачи шероховатость (Ra, Rq и Rz) постепенно уменьшается. При подаче от 1 до 3 мм/ход внутренняя поверхность Ra трубы уменьшается с 0,285 мкм до 0,165 мкм, Rz изменяется с 0,746 мкм до 0,485 мкм, а Rq изменяется от 0,318 мкм до 0,221 мкм, значительно снижается шероховатость внутренней поверхности трубы. Однако по мере постепенного увеличения подачи до 6 мм/ход Ra трубы уменьшается с 0,165 мкм до 0,146

мкм, Rz изменяется с 0,487 мкм до 0,485 мкм, а Rq изменяется с 0,221 мкм до 0,181 мкм, уменьшение шероховатости имеет тенденцию замедляться. Причина может заключаться в том, что с увеличением скорости подачи увеличивается толщина масляной пленки между внутренней поверхностью трубы и оправкой. Когда толщина масляной пленки слишком велика, это влияет на уменьшение толщины внутренней стенки, и тенденция к уменьшению шероховатости замедляется.

Микроструктура исходной трубы перед прокаткой представляет собой отпущенный сорбит, а ориентация зерен имеет случайное распределение. После прокатки зёрна вытягиваются вдоль направления прокатки, за счет значительной холодной деформации сформировывается волокнистая структура. Кроме того, плотность дислокаций также быстро возростала с увеличением степени деформации, что является одной из основных причин возникновения наклепа [2]. За счет образовавшихся дислокационных ячеек, препятствующих скольжению дислокаций, предел текучести увеличивается с 985 МПа до 1125 МПа, а предел прочности увеличивается с 1134 МПа до 1178 МПа. Предел текучести снижается с 1125 МПа до 912 МПа, предполагается, что множество дислокаций, возникающих на границах зерен в процессе холодной прокатки, восстанавливаются в процессе отпуска, и плотность дислокаций уменьшается, прочность снижается, а пластичность и вязкость возвращаются к уровню до прокатки;

Эффективность подготовки и качество поверхности толстостенной трубы новой холодной прокаткой намного лучше, чем при традиционном процессе механической обработки и традиционном процессе прокатки.

Список использованных источников

1 Акасаки, Х. Н. Прогресс в технологии изготовления труб и их перспективы на будущее – применение и производство / Х. Н. Акасаки. – Токио : Ниппон Стил Тех, 2004. – 90 с.

2 Гуляев, Ю. Г. Методика расчета скоростного режима непрерывной прокатки труб / Ю. Г. Гуляев, Е. Е. Шифрин. – Металлург, 2014. – 910 с.