

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ВОЗМОЖНОСТИ ХОЛОДНОЙ ГИБКИ ТРУБ ИЗ НЕРЖАВЕЮЩИХ И ТИТАНОВЫХ СПЛАВОВ

EXPERIMENTAL CHECK OF POSSIBILITY COLD ARE FLEXIBLE PIPES FROM CORROSION-PROOF AND TITANIC ALLOYS

А.В. Козлов, А.В. Бобылев, Е.В. Халиулин
ФГБОУ ВПО Южно-Уральский государственный университет (НИУ),
г. Челябинск
kozlov@zb-susu.ru

In this article problems of possibility cold are considered are flexible pipes from corrosion-proof and titanic alloys. Characteristics of the cold are analysed are flexible, which substantially depend on the main mechanical properties of a material of a bent pipe (on an example of the cold pipes from a titanic alloy are flexible). Need of sharing of pipes from titanic and corrosion-proof alloys is revealed and proved. On the basis of the carried-out research by the author it is offered to allocate the main advantage cold are flexible a thin-walled pipe from a titanic alloy – education гофр wasn't observed, ovality – within 5 %.

Криволинейные участки трубопроводов широко применяются в народном хозяйстве в качестве пологих отводов для магистральных и локальных трубопроводов: отводы гнутые ТУ 102-488-95, отводы гнутые ТУ 51-515-91, отводы гнутые ГОСТ 24950-81 и др. Еще более часто применяются крутозагнутые отводы: отводы крутозагнутые ГОСТ 17375-2001, калачи, утки и др. Особенно в большом объеме они используются в газовой и нефтяной промышленности, в коммунальном хозяйстве, химической промышленности, атомной промышленности, авиа- и ракетостроении, автомобиле- и тракторостроении. Технологические трубопроводы на промышленных объектах соединяют между собой технологические аппараты и машины. Основные характеристики пологих и крутозагнутых отводов приведены в табл. 1 и на рис. 1 [1].

Таблица 1

Основные характеристики пологих и
крутозагнутых отводов

Параметры	Значение
Рабочее давление PN (P _p)	До 32,0 МПа
Наружный диаметр D	32-530 мм
Температура t, °С	От -72° до +650°
Уголгиба, град	15, 30, 45, 60, 90
Угол поворота	От 15° до 90°
Радиусгиба R	От 2 до 5 D _y
Толщина стенки S	От 6,0 до 40,0 мм
Материал	12X18H10T, 08X18H10T, 15X5M, 10X17H13M2T

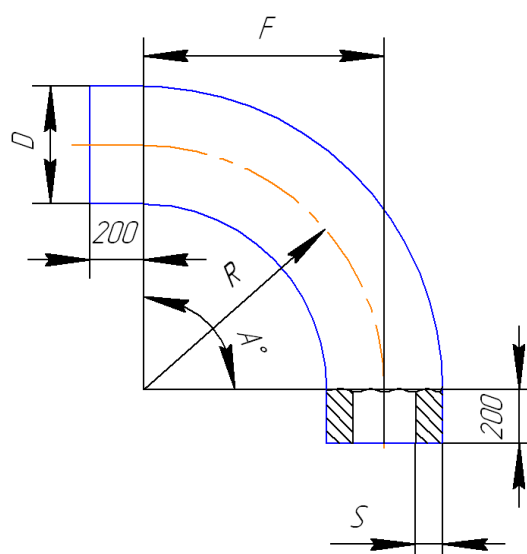


Рис. 1. Отвод гнутый ТУ 51-515-91 и
крутозагнутый ГОСТ 17375-2001 и их основные
характеристики

Как показывает анализ наиболее распространенных методов гибки труб для изготовления криволинейных трубопроводов необходимо обеспечить существенное снижение изгибаемого усилия [1].

К недостаткам большинства существующих способов снижения усилий при гибке относится то, что они очень энергоемки и требуют применения сложного дорогостоящего оборудования, что снижает эффективность их применения. Кроме того, не исключается потеря устойчивости в зонегиба, что приводит к деформации формы поперечного сечения трубы, а в ряде случаев – к ее разрушению. В случаях, когда работы связаны с нагревом или переохлаждением трубы, снижается безопасность работ.

Технология, разработанная в ЮУрГУ, устраняет многие из перечисленных недостатков [1, 2].

Возможность холодной гибки описанным выше методом в значительной степени зависит от основных механических свойств материала изгибаемой трубы (табл. 2) [3, 4].

Наиболее важным параметром для холодной гибки является относительное удлинение δ .

Метод холодной гибки труб с раскатыванием [2] нашел достаточно большое распространение в отечественной промышленности. Проведенные теоретические и экспериментальные исследования [1] позволили разработать конструкции станков, которые охватывают диапазон изгибаемых труб от 207 до 200 мм в диаметре, которые в основном были предназначены для гибки труб из низкоуглеродистых и качественных углеродистых сталей (сталь 10, 20, 45).

В последнее время нами был получен новый заказ для нефтехимической промышленности – изготовление теплообменного оборудования.

стенки 5 мм из стали 12X18H10T. Гибка осуществлялась на угол 180° (рис. 2) [1].

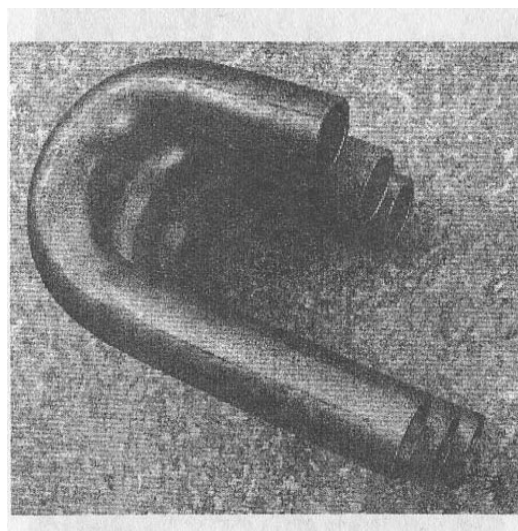


Рис. 2. Изогнутые трубы $\text{Ø}57 \times 5$ из стали 12X18H10T

Таблица 2
Пластичность металлов

Металл	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение δ , %	Временное сопротивление, МПа
Сталь 10	205	31	330
Сталь 20	245	25	410
Сталь 45	355	16	600
12X18H10T	196	40	510
12X18H9T	196	40	540
BT1-0	340	20	345
BT1-00	240	25	295
BT3-1	955	13	1055

Наилучшим образом для этих целей подходят трубы толщиной 5–6 мм из стали 12X18H10T, поскольку эта сталь обладает высокими антикоррозийными свойствами, имеет весьма длительный срок работы при температуре до 600 °С, позволяет получать прочные и герметичные сварные соединения и выдерживать высокие давления. Вместе с тем, при ее гибке с раскатыванием происходит значительное укачивание внутренней поверхности трубы, а следовательно, и раздача трубы по внутреннему диаметру. Это приводит к уменьшению фактического натяга и может вызвать потерю устойчивости стенок изгибаемой трубы и образование гофр. Для устранения данной проблемы пришлось увеличить натяг на 20...25 %. Вызванное этим увеличение контактных напряжений сказалось на стойкости деформирующих элементов и раскатного инструмента в целом.

В ходе контрольных экспериментов было изогнуто 65 труб диаметром 57 мм и толщиной

Вызывает интерес возможность гибки этим методом тонкостенных труб из титановых сплавов. Для проверки такой возможности была изготовлена специальная лабораторная установка (рис. 3, 4), которая имеет следующую конструкцию.

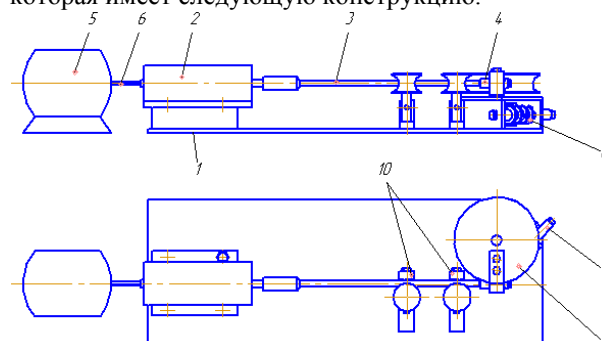


Рис. 3. Схема установки для гибки мелкоразмерных труб



Рис. 4. Установка для гибки мелкоразмерных труб

На сварной корпус 1 станка установлен шпиндельный узел 2 со шпинделем 6 и борштангой

3. На конце борштанги 3 закреплена раскатка 4. В качестве привода главного движения использовалась электродрель мощностью 0,95 кВт с частотой вращения $n = 450$ об/мин. Вращение от электродрели 5 передается борштанге 3 и раскатке 4. На борштангу 3 устанавливается изгибаемая труба, для фиксации которой имеются упоры 10. Изгибаемое усилие передается рукояткой 7, поворотом которой, при помощи червячной передачи 8, вращение сообщается гибочному ролику 9, а по его шаблону происходит изгиб трубы.

Для проверки возможности холодной гибки труб из титановых сплавов была проведена серия натуральных экспериментов. Материал изгибаемой трубы – титановый сплав ВТ1-0, внутренний диаметр трубы – 14 мм, наружный диаметр трубы – 17 мм, частота вращения электродвигателя – 450 об/мин, частота вращения рукоятки трубогиба – 0,5 об/мин, натяг составил 1 мм. В качестве охлаждения применялась вода. Была осуществлена гибка на угол 30–45°, с радиусомгиба 60 мм. Образование гофр не наблюдалось, овальность – в пределах 5 %.

Таким образом, проведенные натурные эксперименты подтвердили возможность холодной гибки тонкостенных титановых труб и трубчатых изделий.

Для промышленного применения нового метода при гибке труб из нержавеющей и титановых сплавов требуется разработка специального оборудования и уточнение режимов гибки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлов, А.В. Технология и оборудование холодной гибки тонкостенных труб: монография / А.В. Козлов, А.В. Бобылев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 169 с.

2. Лакирев, С.Г. Патент РФ № 818707. Способ гибки труб / С.Г. Лакирев, Я.М. Хилькевич. – Б.И. – № 13. – 1981.

3. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. / под ред. И.Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 920 с.

4. Краткий справочник металлиста / С.В. Аврутин, В.Н. Гриднев, В.П. Законников и др.; под ред. А.Н. Малова. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1972. – 768 с.