

УДК 621.774.6

Завгородний Д. В.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПРАВКИ ТРУБ
В КАЛИБРЕ НА КОСОВАЛКОВЫХ ТРУБОПРАВИЛЬНЫХ МАШИНАХ ТИПА «ОВВ»**

Повышение требований к качеству готовой металлопродукции делает необходимым дальнейшее совершенствование оборудования и соответствующих ему технологических режимов и процессов. В достаточной мере это справедливо по отношению к оборудованию для реализации процессов правки труб на косовалковых трубоправильных машинах.

Основным показателем качества выправляемых труб является их продольная кривизна в сочетании с овальностью поперечного сечения [1]. Основным недостатком распространенных технологий для правки труб является недостаточное качество правки их концевых участков, что приводит к уменьшению выхода годного продукта [2]. Для решения вопроса правки концевых участков труб используют метод правки труб внутри калибра. Разработанные технологические режимы правки по таким технологиям имеют ряд недостатков, к которым можно отнести недостаточную остойчивость трубы в осевом направлении, что приводит к выбросу ее из очага деформации, а также высокие энергосиловые параметры процесса, что предъявляет повышенные требования к оборудованию для реализации таких процессов.

Целью данной работы является экспериментальное исследование возможности реализации процессов правки внутри калибра с использованием шестивалковых трубоправильных машин типа «ОВВ».

Экспериментальные исследования результирующих геометрических характеристик, а также силы и моменты при правке были проведены на лабораторной экспериментальной машине 160 × 3 ДГМА [3], общий вид которой представлен на рис. 1. Шаг машины 160 мм, диаметр валков в горловине 60 мм, длина бочки валка 90 мм.

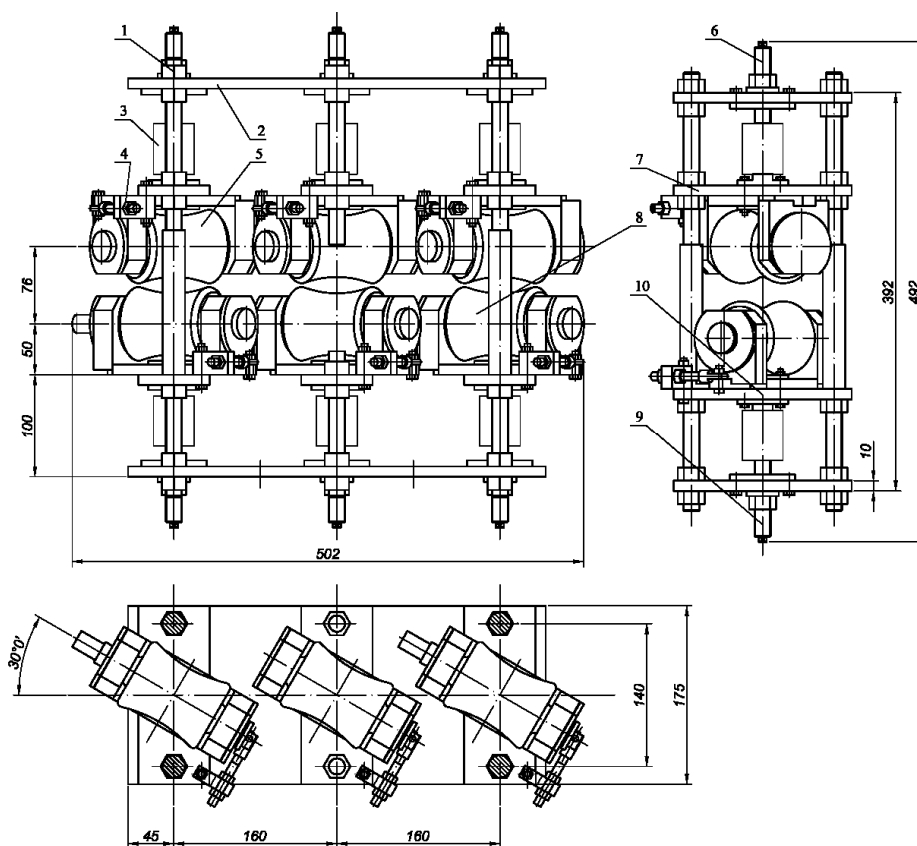


Рис. 1. Общий вид лабораторной экспериментальной машины 3 × 160

Правка труб на косовалковой машине 3×160 происходит за счет многократного упругопластического изгиба, создаваемого между тремя двухвалковыми калибрами путем смещения средней валковой обоймы вверх. Станина машины представляет собой верхнюю и нижнюю поперечины 2, стянутые колоннами 1. Верхние и нижние валковые узлы 5, 8 закреплены на траверсах 7, 10. Настройка машины на нужный угол установки производится механизмом угловой установки 4, а раствор валков обеспечивают нажимные механизмы 6, 9. Вращение трубе передается через нижние валки. Между нажимными винтами 6, 9 и пятой валковых обойм 5, 8 установлены кольцевые месдозы 3. Рабочим инструментом (см. рис. 2, а) машины являются правильные ролики с диаметром горловины 60 мм, и длиной бочки 90 мм. Калибровка рабочих валков (рис. 2, б) осуществлялась по методике работы [4].

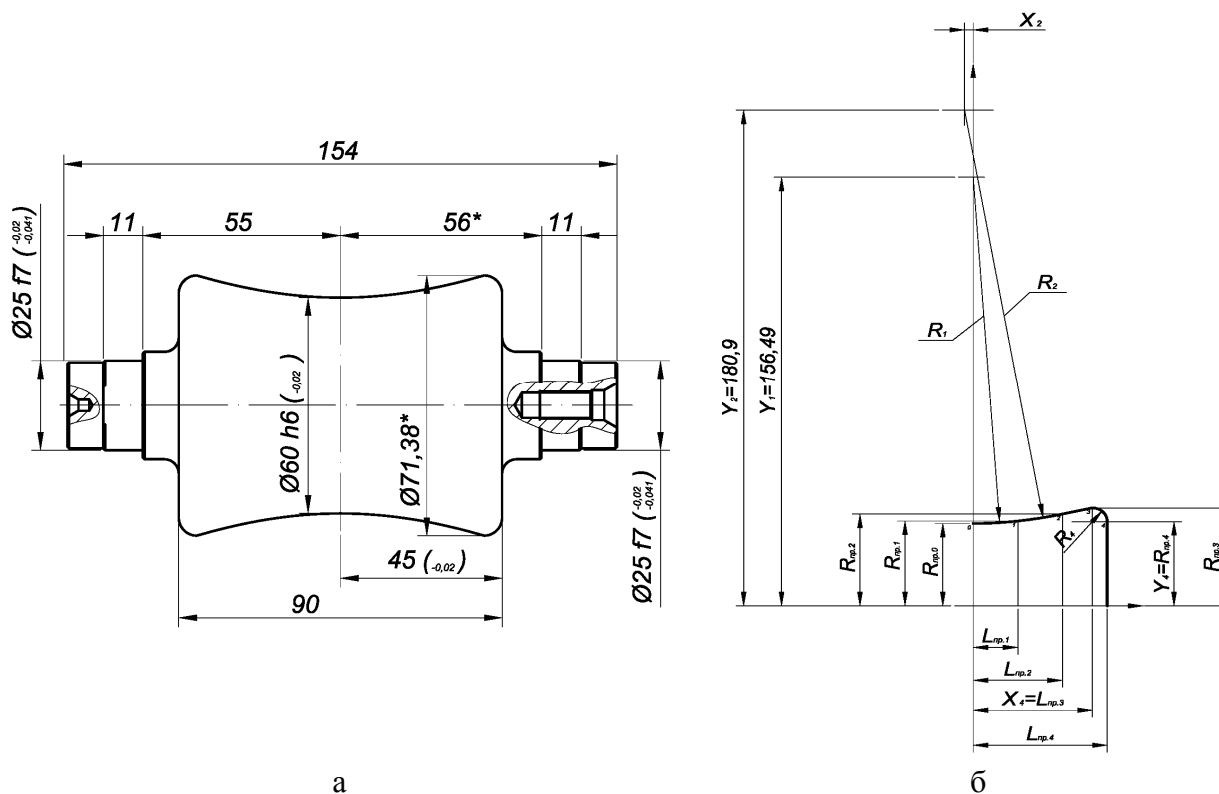


Рис. 2. Калибровка рабочих валков. Общий вид валка (а), профиль бочки валка (б)

Правке на экспериментальной косовалковой машине подвергали трубы наружным диаметром $\text{Ø}6$, $\text{Ø}8$ и $\text{Ø}10$ мм, с толщиной стенки 1 мм.

Для реализации технологии правки труб внутри калибра на шестивалковых трубоправильных машинах средний верхний валок был развернут на угол, больший от расчетного [4], а нижний, для создания прогиба горловиной валка – на меньший от расчетного угол. Такая настройка машины позволила создать прогиб на длине бочки валка, с опорами на реборды верхнего валка. Следует отметить, что в ходе проведения экспериментальных исследований были произведены следующие измерения: исходный диаметр труб, толщина стенки, конечная кривизна проката, по схеме [3] (рис. 3), сила правки (измеряемая при помощи месдоз с кольцевым упругим элементом), высотные и угловые отметки установки валковых обойм, а также качественные показатели поверхности труб после правки (нанесение дефектов в виде вмятин и накатов).

Тарировку месдоз для измерения силы правки производили до реализации процесса правки. На рис. 4 в качестве примера представлены технология и результаты тарировки измерителя силы. Месдозы (см. рис. 4, а) устанавливали соосно в рабочее пространство гидравлического пресса плунжерного типа и нагружали их силой, величина которой являлась известной исходя из фиксируемого манометром давления рабочей жидкости в системе.

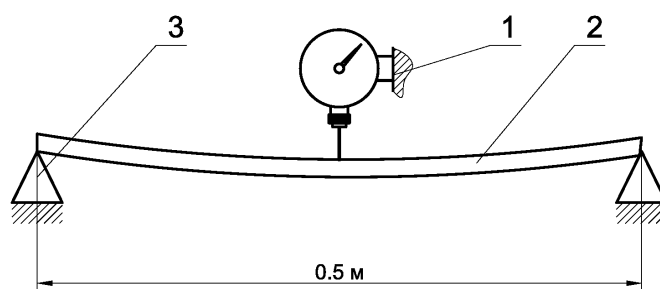


Рис. 3. Схемы измерения приведенной кривизны труб:
1 – микрометр; 2 – измеряемый образец трубы; 3 – опоры

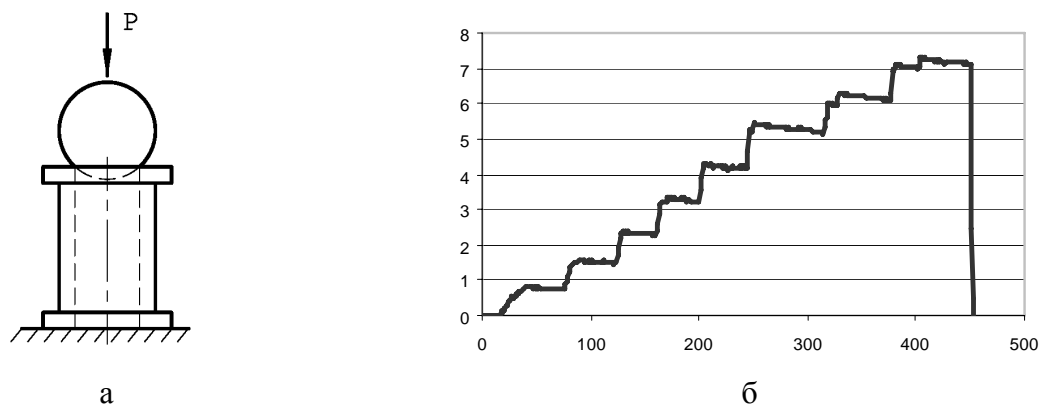


Рис. 4. Схема (а) и график (б) тарировки месдозы

Одновременно с этим фиксировали и соответствующее отклонение показаний платы АЦП. Затем давление рабочей жидкости в системе гидравлического пресса изменяли на соответствующую величину, переходя к большему значению силы, фиксировали соответствующее отклонение показаний АЦП (см. рис. 4, б).

В качестве примера результатов проведенных экспериментальных исследований на рис. 5 представлена осциллограмма зависимости силы правки под средней парой валков при реализации процесса правки труб в калибре для трубы $\varnothing 10$ мм.

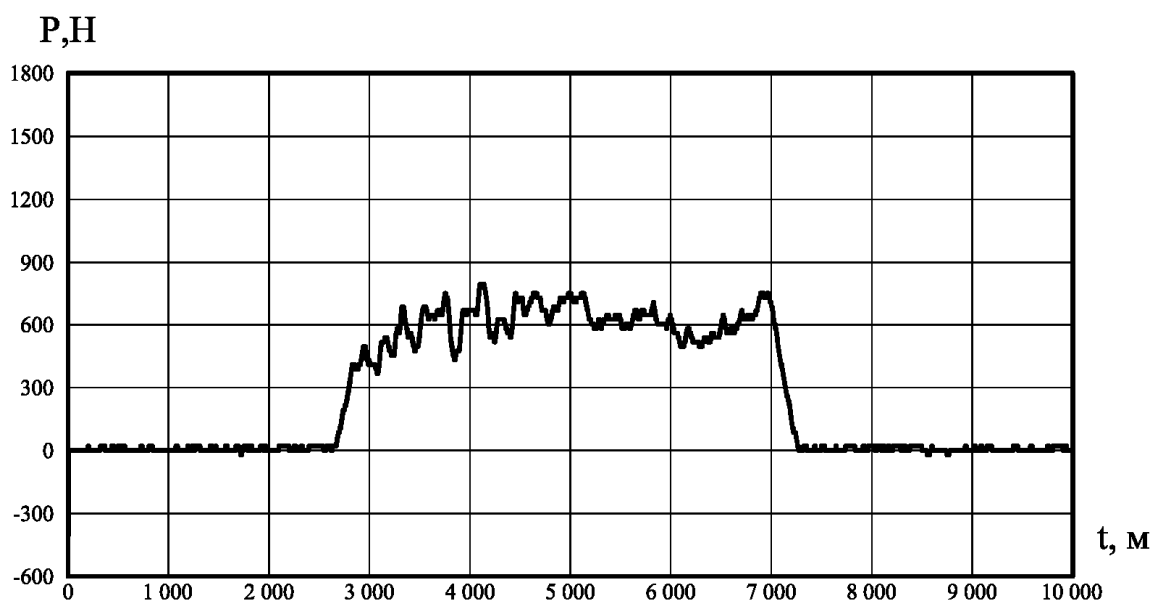


Рис. 5. Эмпирические зависимости силы правки под средней облоймой валков правильной машины от времени правки

Следует отметить, что при использовании схемы правки труб в калибре по сравнению с классической схемой нагружения [3] наблюдается увеличение энергосиловых параметров за счет дополнительных нагрузок, связанных с изгибом трубы на длине бочки валка. В ходе проведения эксперимента наблюдалось нанесение дефекта на передний конец трубы, что может быть исправлено корректировкой углов установки валков по разработанным ранее методикам [4].

ВЫВОДЫ

Полученные качественные показатели процесса правки труб с использованием схемы правки внутри калибра показали существенное снижение несправленных участков труб, которые при использовании классических схем достигают длины до 2/3 шага машины, что делает актуальным проведение дальнейших исследований таких схем правки. Также следует отметить, что значения энергосиловых параметров процесса правки с достаточной степенью достоверности подтверждают правомерность использования разработанных ранее математических моделей напряженно-деформированного состояния металла при правке труб изгибом [6]. Вместе с тем, имеющиеся методики дают несколько заниженные значения расчетных энергосиловых параметров, что можно объяснить дополнительными усилиями, возникающими вследствие дополнительного изгиба трубы между ребрами опорного валка средней обоймы. Отмеченное делает актуальным проведение дальнейших исследований процесса правки труб внутри калибра, а также разработку соответствующих математических моделей, в том числе с использованием метода конечных элементов.

В результате экспериментальных исследований процесса правки труб внутри калибра на лабораторной машине 3×160 получены эмпирические зависимости силы и момента правки от смещения средней пары валков при правке круглого проката.

Экспериментально подтверждена возможность реализации процесса правки труб внутри калибра с использованием шестивалковых трубоправильных машин типа «ОВВ». Определены и экспериментально подтверждены оптимальные технологические параметры исследуемого процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Столетний М. Ф. Точность труб / М. Ф. Столетний, Е. Д. Клемперт. – М. : Металлургия, 1975. – 240 с.
2. Повышение точности и качества труб / Ю. Г. Гуляев, М. З. Володарский, О. И. Лев и др. – М. : Металлургия, 1992. – 238 с.
3. Методика, оборудование и результаты экспериментального исследования процесса правки изгибом труб и трубных заготовок / В. А. Федоринов, Д. В. Завгородний, В. Г. Пашков, А. Ю. Коляда // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА. – 2005. – С. 51–54.
4. Автоматизированное проектирование рабочих роликов косовалковых машин для правки труб различного сортамента / Завгородний В. Г., Шевцов С. А., Завгородний Д. В., Чемерис С. В. // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії та машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА. – 2003. – С. 321–324.
5. Завгородний В. Г. Численное математическое моделирование напряженно-деформированного состояния металла при правке труб изгибом / В. Г. Завгородний, Д. В. Завгородний, С. Ю. Саплин // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА. – 2002. – С. 452–456.
6. Дворжак А. И. Напряженно-деформированное состояние металла при правке труб изгибом / А. И. Дворжак, Д. В. Завгородний, Н. В. Кучерук // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні : зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА. – 2006. – С. 183–187.

Завгородний Д. В. – канд. техн. наук, ассистент кафедры ОПМ ДГМА.

ДГМА – Донбасская государственная машиностроительная академия, г. Краматорск.

E-mail: denis_krm@mail.ru