

РАЗДЕЛ III ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ДАВЛЕНИЕМ В МЕТАЛЛУРГИИ

УДК 621.774.35

Головченко А. П.
Григоренко В. У.
Пилипенко С. В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОПЕРЕЧНОЙ РАЗНОСТЕННОСТИ ТРУБ В СТАНЕ ХПТ С ПОДАЧЕЙ И ПОВОРОТОМ В КРАЙНИХ ПОЛОЖЕНИЯХ КЛЕТИ

Одним из недостатков станов ХПТ и ХПТР является их сравнительно низкая производительность [1, 2]. С целью более интенсивного использования деформационных возможностей станов холодной прокатки производители оборудования все шире используют возможности подачи-поворота в обоих крайних положениях клетки [3].

Новые станы холодной прокатки труб (ХПТ) оснащаются распределительно-подающими механизмами (РПМ), позволяющими производить различные сочетания и величины подач и углов поворота трубы в переднем и заднем положении клетки (стан ХПТ 6-20, КРВ-25 и др.)

Применение РПМ с двойным поворотом-подачей позволяет не только увеличить производительность станов, но и улучшить точность труб.

Исследования поперечной разностенности труб, получаемых при прокатке с двойной подачей и поворотом на стане ХПТ, впервые выполнены на стане ХПТ-32 Научно-исследовательским трубным институтом и Никопольским трубным заводом. Впервые экспериментально было показано, что ведение процесса прокатки труб таким образом благоприятно влияет на повышение точности труб и повышение производительности станов.

В работе [3] показаны результаты сравнительных исследований точности труб при тепловой прокатке на стане ХПТ-55 с одинарной подачей ($m = 7$ мм) и двойной ($m = 4 + 4$ мм). Овальность труб при двойной подаче-повороте была меньше овальности труб, прокатанных обычным способом [3].

Авторами данной статьи были проведены исследования величин разностенности труб при ведении процесса ХПТ различными режимами выполнения подачи и поворота трубы [4]. Эксперименты проводились на стане ХПТ 6-20 при прокатке труб по маршруту $25 \times 2,5-16 \times 1,5$ (сталь 08X18H10T). Прокатку осуществляли по следующим режимам: 1 – подача в заднем положении клетки + поворот в переднем; 2 – подача в заднем положении клетки + поворот в переднем и заднем положении клетки; 3 – подача в переднем и заднем положении клетки + поворот в переднем; 4 – подача в переднем и заднем положении клетки + поворот в переднем и заднем положении клетки.

Исследования показали, что из опробованных схем наиболее приемлемой, с точки зрения получения наименьшей поперечной разностенности труб, является схема прокатки с подачей и поворотом в переднем и заднем положениях клетки.

Результаты этих исследований подтверждаются опытной прокаткой труб на стане ХПТ-40-8 (сталь 08X14MФ, маршрут $25,4 \times 2,11$) с подачей и поворотом в обоих положениях клетки (подача $3 + 3$ мм) [4]. На рис. 1 показаны гистограммы абсолютных частот случаев абсолютной и относительной разностенности труб как результат обработки результатов исследования.

Максимальное значение величин поперечной разностенности среди выборки труб – 5,64 % (0,13 мм), минимальное – 0,85 % (0,02 мм). Среднее значение – 3,51 % (0,082 мм), среднеквадратическое отклонение величин разностенности – 1,174 % (0,027). Данные значения точности не всегда можно получить даже на станах ХПТР, а при ведении процесса ХПТ с подачей перед прямым ходом и поворотом перед обратным ходом такие показатели получить очень трудно.

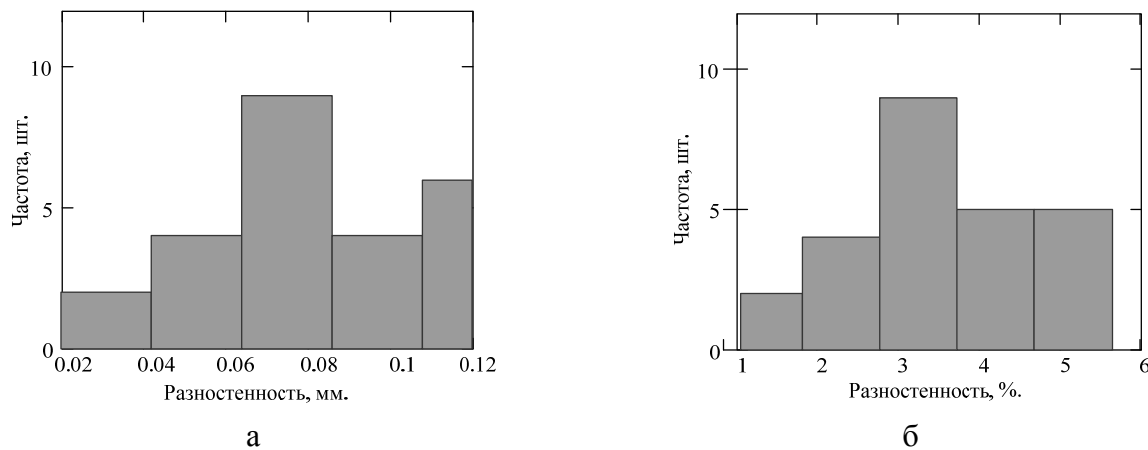


Рис. 1. Гистограмма абсолютных частот случаев абсолютной (а) и относительной (б) разностенности труб размером $25,4 \times 2,11$, прокатанных на стане ХПТ-40-8 ($08 \times 14\text{МФ}$, подача $3 + 3$ мм)

Максимальное значение величин поперечной разностенности среди выборки труб – 5,64 % (0,13 мм), минимальное – 0,85 % (0,02 мм). Среднее значение – 3,51 % (0,082 мм), среднеквадратическое отклонение величин разностенности – 1,174 % (0,027).

Данные значения точности не всегда можно получить даже на станах ХПТР, а при ведении процесса ХПТ стандартным способом такие показатели получить очень трудно.

Целью данных исследований является экспериментальное исследование изменения величины разностенности труб от трубы заготовки к прокатанной трубе при ведении процесса ХПТ с подачей и поворотом в крайних положениях клетки.

Для экспериментального исследования изменения толщины стенки труб при ведении процесса ХПТ с подачей и поворотом в крайних положениях клетки выбран маршрут прокатки $33,7 \times 3,2 - 16 \times 1,5$ из стали 10X18N10T (стан КРВ-25, подача $2,8 + 2,8$ число двойных ходов 280).

В ходе эксперимента было прокатано 12 труб. Толщину стенки измеряли в восьми точках на конечных сечениях концов трубы с помощью микрометра.

Трубы-заготовки имели следующие параметры точности (табл. 1 и рис. 2):

- минимальная относительная разностенность труб 1,79 % (0,06 мм), максимальная 7,62 % (0,25 мм) при среднем значении 3,207 % (0,107 мм)
- выборочная дисперсия 2,79 %;
- среднеквадратическое отклонение абсолютных величин разностенности труб 0,056 мм, относительных величин – 1,672 %

После прокатки по указанному маршруту готовые трубы приобрели следующие параметры точности (табл. 2 и рис. 2):

- минимальная относительная разностенность труб 1,881 % (0,03 мм), максимальная 3,137 % (0,05 мм);
- среднее значение относительной разностенности 2,614 % (0,042 мм);
- выборочная дисперсия 0,085 %;
- среднеквадратическое отклонение абсолютных величин разностенности труб 0,05 мм, относительных величин – 0,291 %.

Таблица 1

Точность толщины трубы-заготовки $33,7 \times 3,2$ из сплава 10X18H10T

Тр. №		Толщина стенки, мм											Разностенность	
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S _{мин}	S _{макс}	S _{ср}	мм	%
1	п.к.	3,30	3,35	3,32	3,36	3,30	3,34	3,36	3,36	3,30	3,36	3,34	0,06	1,80
	з.к.	3,27	3,30	3,35	3,29	3,32	3,30	3,27	3,34	3,27	3,35	3,31	0,08	2,42
2	п.к.	3,30	3,35	3,37	3,39	3,40	3,36	3,38	3,38	3,30	3,40	3,37	0,10	2,97
	з.к.	3,30	3,32	3,30	3,35	3,38	3,34	3,30	3,30	3,30	3,38	3,32	0,08	2,41
3	п.к.	3,12	3,25	3,25	3,30	3,37	3,37	3,32	3,28	3,12	3,37	3,28	0,25	7,62
	з.к.	3,30	3,34	3,37	3,35	3,30	3,32	3,35	3,32	3,30	3,37	3,33	0,07	2,10
4	п.к.	3,27	3,30	3,35	3,37	3,40	3,36	3,30	3,32	3,27	3,40	3,33	0,13	3,90
	з.к.	3,30	3,34	3,35	3,37	3,32	3,30	3,35	3,32	3,30	3,37	3,33	0,07	2,10
5	п.к.	3,27	3,30	3,29	3,33	3,30	3,28	3,27	3,27	3,27	3,33	3,29	0,06	1,82
	з.к.	3,32	3,34	3,39	3,45	3,50	3,42	3,32	3,30	3,30	3,50	3,38	0,20	5,92
6	п.к.	3,27	3,30	3,35	3,37	3,40	3,36	3,30	3,32	3,27	3,40	3,33	0,13	3,90
	з.к.	3,30	3,34	3,35	3,37	3,32	3,30	3,35	3,32	3,30	3,37	3,33	0,07	2,10
7	п.к. 1	3,30	3,35	3,37	3,39	3,40	3,36	3,38	3,38	3,30	3,40	3,37	0,10	2,97
	з.к. 2	3,30	3,32	3,30	3,35	3,38	3,34	3,30	3,30	3,30	3,38	3,32	0,08	2,41
8	п.к.	3,27	3,30	3,29	3,33	3,30	3,28	3,27	3,27	3,27	3,33	3,29	0,06	1,82
	з.к.	3,32	3,34	3,39	3,45	3,50	3,42	3,32	3,30	3,30	3,50	3,38	0,20	5,92
9	п.к.	3,35	3,36	3,32	3,30	3,30	3,34	3,36	3,36	3,30	3,36	3,34	0,06	1,80
	з.к.	3,35	3,30	3,27	3,27	3,29	3,30	3,32	3,34	3,27	3,35	3,31	0,08	2,42
10	п.к.	3,30	3,35	3,37	3,40	3,36	3,27	3,30	3,32	3,27	3,40	3,33	0,13	3,90
	з.к.	3,30	3,35	3,37	3,35	3,34	3,32	3,30	3,32	3,30	3,37	3,33	0,07	2,10
11	п.к.	3,27	3,30	3,30	3,35	3,37	3,40	3,36	3,32	3,27	3,40	3,33	0,13	3,90
	з.к.	3,30	3,35	3,37	3,34	3,32	3,35	3,30	3,32	3,30	3,37	3,33	0,07	2,10
12	п.к.	3,27	3,30	3,29	3,33	3,30	3,28	3,27	3,27	3,27	3,33	3,29	0,06	1,82
	з.к.	3,39	3,45	3,50	3,42	3,34	3,32	3,32	3,30	3,27	3,50	3,40	0,23	6,76

Таблица 2

Точность толщины трубы из сплава 10X18H10T, прокатанной на стане КРВ-25 по маршруту $33,7 \times 3,2 - 16 \times 1,5$ (подача 2,8 + 2,8 число двойных ходов 280)

Тр. №		Толщина стенки, мм											Разностенность	
		S ₁	S ₂	S ₃	S ₄	S ₅	S ₆	S ₇	S ₈	S _{мин}	S _{макс}	S _{ср}	мм	%
1	п.к.	1,59	1,58	1,60	1,57	1,61	1,58	1,60	1,58	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
	з.к.	1,61	1,58	1,59	1,57	1,60	1,61	1,60	1,60	1,57	1,61	1,60	0,04	2,51
2	п.к.	1,59	1,58	1,57	1,59	1,61	1,58	1,57	1,58	1,57	1,61	1,58	0,04	2,53
	з.к.	1,60	1,58	1,58	1,61	1,58	1,60	1,57	1,60	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
3	п.к.	1,57	1,58	1,57	1,61	1,60	1,58	1,58	1,60	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
	з.к.	1,59	1,58	1,61	1,57	1,58	1,58	1,59	1,60	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
4	п.к.	1,59	1,58	1,60	1,60	1,62	1,61	1,57	1,58	1,57	1,62	1,59	0,05	3,14
	з.к.	1,58	1,59	1,61	1,57	1,59	1,58	1,58	1,60	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
5	п.к.	1,60	1,59	1,58	1,57	1,58	1,60	1,59	1,61	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
	з.к.	1,58	1,61	1,58	1,58	1,61	1,59	1,58	1,62	1,58	1,62	1,59	0,04	2,51
6	п.к.	1,60	1,58	1,59	1,58	1,62	1,61	1,60	1,58	1,58	1,62	1,60	0,04	2,51
	з.к.	1,58	1,62	1,59	1,61	1,60	1,60	1,59	1,58	1,58	1,62	1,60	0,04	2,51
7	п.к.	1,58	1,60	1,62	1,58	1,61	1,60	1,61	1,59	1,58	1,62	1,60	0,04	2,50
	з.к.	1,63	1,61	1,58	1,59	1,60	1,60	1,62	1,59	1,58	1,63	1,60	0,05	3,12
8	п.к.	1,58	1,61	1,59	1,62	1,61	1,58	1,61	1,63	1,58	1,63	1,60	0,05	3,12
	з.к.	1,59	1,62	1,60	1,59	1,58	1,58	1,59	1,61	1,58	1,62	1,60	0,04	2,51
9	п.к.	1,60	1,62	1,59	1,58	1,58	1,58	1,61	1,62	1,58	1,62	1,60	0,04	2,50
	з.к.	1,59	1,58	1,61	1,59	1,59	1,61	1,60	1,59	1,58	1,61	1,60	0,03	1,88
10	п.к.	1,58	1,59	1,60	1,62	1,60	1,61	1,58	1,57	1,57	1,62	1,59	0,05	3,14
	з.к.	1,58	1,59	1,61	1,58	1,58	1,60	1,58	1,57	1,57	1,61	1,59	0,04	2,52
11	п.к.	1,61	1,62	1,58	1,58	1,59	1,60	1,60	1,58	1,58	1,62	1,60	0,04	2,51
	з.к.	1,58	1,62	1,60	1,60	1,61	1,59	1,59	1,58	1,58	1,62	1,60	0,04	2,51
12	п.к.	1,61	1,61	1,61	1,62	1,58	1,58	1,59	1,63	1,58	1,63	1,60	0,05	3,12
	з.к.	1,60	1,62	1,59	1,59	1,61	1,59	1,58	1,59	1,58	1,62	1,60	0,04	2,50

Как видно, в результате прокатки труб на стане КРВ-25 с подачей и поворотом заготовки в обои положениях клетки достигнуты следующие результаты:

- минимальное значение относительной разностенности увеличилось на 0,083 %, максимальное уменьшилось на 4,479 %. Абсолютная разностенность минимальных значений уменьшилась на 0,03 мм (с 0,06 до 0,03 мм), максимальная на 0,2 мм (с 0,25 до 0,05 мм);
- выборочная дисперсия снизилась на 2,711 % (с 2,796 до 0,085 %);
- среднеквадратическое отклонение уменьшилось на 1,38 % (с 1,672 до 0,291 %).

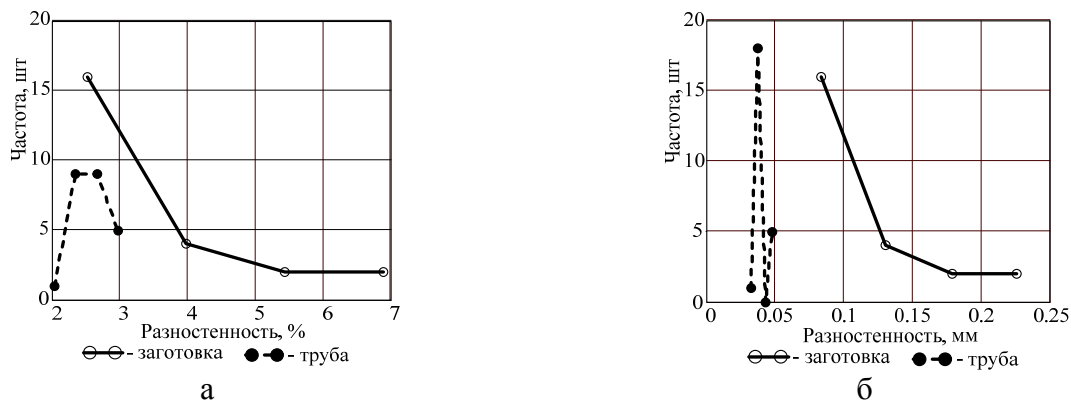


Рис. 2. Полигоны абсолютных частот случаев относительной (а) и абсолютной (б) разностенности труб из сплава 10X18H10T, прокатанных на стане КРВ-25 по маршруту $33,7 \times 3,2 - 16 \times 1,5$ с двойными подачей и поворотом (подача $2,8 + 2,8$ число двойных ходов 280)

ВЫВОДЫ

В процессе холодной прокатки труб по схеме с подачей и поворотом перед прямым и обратным ходом клетки изменение поперечной разностенности от труб-заготовок до готовых труб значительно.

Следует заметить, что хотя минимальные значения относительной разностенности несколько увеличились, но, в общем, разностенность труб уменьшилась значительно. Так, средняя величина относительной разностенности уменьшилась с 4,5 % на трубе-заготовке на 2,5 %, т. е. более чем в два раза. Разброс поперечной разностенности от трубы-заготовки до готовой трубы снизился также значительно с 4,5–7,0 % до 2–3 %.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов В. Ф. Холодная пильгерная прокатка труб / В. Ф. Фролов, В. Н. Данченко, Я. В. Фролов // Труды Научно-исследовательского трубного института им. Я. Е. Осады Нац. мет. акад. Украины. – Днепропетровск : Пороги, 2005. – 255 с.
2. Попов М. В. Совершенствование процесса периодической прокатки труб / М. В. Попов, С. В. Атанасов, Ю. М. Беликов. – Днепропетровск : Независимая организация «Дива», 2008. – 192 с.
3. Усовершенствование способа прокатки на станах ХПТ с подачей и поворотом трубы в крайних положениях клетки / Беликов Ю. М., Тереценко А. А., Головченко А. П. и др. // Металлургическая и горнорудная промышленность. – 2007. – № 4. – С. 57–59.
4. Головченко А. П. Исследование поперечной разностенности труб при ведении процесса ХПТ с различными режимами выполнения подачи и поворота трубы / А. П. Головченко, В. У. Григоренко, С. В. Пилипенко // Обработка материалов давлением : сб. науч. трудов. – Краматорск : ДГМА, 2011. – № 1 (26). – С. 175–178.

Головченко О. П. – соискатель НМетАУ;

Григоренко В. У. – д-р техн. наук, проф. НМетАУ;

Пилипенко С. В. – канд. техн. наук, доц. НМетАУ.

НМетАУ – Национальная металлургическая академия Украины, г. Днепропетровск.

E-mail: 44-08@mail.ru

Статья поступила в редакцию 17.01.2012 г.