

УДК 621.774.35.016.3

Григоренко В.У., Щербань К.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ РАЗНОСТЕННОСТИ ТРУБ ПО ДЛИНЕ РАБОЧЕГО КОНУСА ПРИ ПРОКАТКЕ НА СТАНЕ ХПТР

Приведены исследования изменения поперечной разностенности на стане ХПТР 60-120. Получены статистические данные о разностенности используемой заготовки, готовых труб и характере изменения поперечной разностенности по длине рабочего конуса.

Приведені дослідження змінення поперечної різностінності на стані ХПТР 60-120. Отримані статистичні дані різностінності заготовки, що використовується, готових труб і зміни поперечної різностінності по довжині робочого конусу.

The explorations of variance in the transverse of variation in wall thickness on the HPTR 60-120 Mill are presented. Statistics on variation in wall thickness of used billets, tubes and behavior of the transverse of variation in wall thickness in length of working cone are received.

Введение

Процесс холодной периодической роликовой прокатки труб (процесс ХПТР) широко используется для получения особотонкостенных труб [1]. Величина поперечной разностенности – одна из основных характеристик качества труб.

Проблема. В рабочем конусе прокатки из поперечной разностенности трубы-заготовки формируется поперечная разностенность готовых труб. Важно знать закономерности изменения поперечной разностенности от трубы-заготовки до готовой трубы. Это необходимо для проектирования процесса.

Анализ исследований. В работах [2,3] для процесса ХПТР дан анализ и приведены данные о изменении разностенности труб в зоне редуцирования рабочего конуса. Имеются экспериментальные данные об изменении поперечной разностенности труб в зоне рабочего конуса в случае исходной разностенности равной 13%. Показано, что при такой исходной разностенности её снижение составило 2%. Однако для зоны обжатия стенки нет экспериментальных данных об изменении поперечной разностенности труб в случае средних и малых значений исходной разностенности.

Цель исследований. Поставлена задача получения экспериментальных данных о характере и величине изменения поперечной разностенности труб в процессе ХПТР в случае небольшой (6-8%) исходной разностенности труб.

Результаты исследований. Для эксперимента использовали случай прокатки труб на стане ХПТР 60-120. Здесь редуцирование труб по диаметру незначительно и не влияет на процесс изменения поперечной разностенности. Выбрали трубы с исходным значением поперечной разностенности $5 \times 11\%$. Трубы-заготовки получены со стана ХПТ 90. После чего была проведена расточка труб. Маршрут 119,1Ч4,1→114,3Ч3,05. Средняя поперечная разностенность 15-ти труб заготовок (таблица 1) составила 7.35%, а готовых труб -9,21% (таблица 2).

Таблица 1

Значения толщины стенки и разностенности труб-заготовок 119,0 × 4,1 мм

Номер трубы	Si															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4.6 5	4.5 0	4.4 3	4.3 5	4.5 0	4.2 5	4.5 1	4.6 2	4.6 0	4.6 0	4.4 5	4.5 0	4.4 5	4.5 2	4.6 1	4.6 5
2	4.5 0	4.5 2	4.4 0	4.4 5	4.3 0	4.6 5	4.5 0	4.4 0	4.6 0	4.6 5	4.6 2	4.5 4	4.5 0	4.4 8	4.4 3	4.4 7
3	4.1 9	4.2 1	4.2 5	4.3 0	4.3 5	4.2 4	4.2 0	4.2 3	4.2 6	4.3 2	4.2 7	4.2 3	4.2 1	4.0 9	4.1 8	4.1 8
4	4.4 1	4.3 6	4.3 0	4.1 5	4.0 9	4.0 5	4.1 5	4.1 7	4.2 1	4.3 2	4.4 0	4.4 5	4.4 8	4.5 2	4.5 0	4.4 3
5	4.3 8	4.2 5	4.2 2	4.3 0	4.4 5	4.4 8	4.4 6	4.3 5	4.2 7	4.3 8	4.4 6	4.3 6	4.3 3	4.2 8	4.3 3	4.3 5
6	4.2 5	4.3 3	4.2 8	4.2 8	4.3 0	4.3 5	4.4 5	4.4 8	4.4 2	4.4 5	4.3 2	4.2 0	4.1 6	4.2 1	4.1 9	4.2 4
7	4.6 0	4.6 2	4.6 5	4.7 5	4.8 5	4.6 8	4.6 2	4.6 2	4.5 5	4.5 2	4.5 9	4.5 4	4.4 9	4.4 3	4.4 6	4.5 8
8	4.4 5	4.4 3	4.3 2	4.1 8	4.2 1	4.2 7	4.2 9	4.4 8	4.4 9	4.5 0	4.2 7	4.4 0	4.5 0	4.5 1	4.4 8	4.4 4
9	4.4 5	4.6 4	4.5 1	4.5 6	4.6 7	4.6 0	4.4 0	4.3 8	4.2 5	4.3 7	4.4 5	4.5 2	4.3 6	4.4 2	4.4 4	4.4 6
10	4.5 1	4.5 3	4.4 8	4.4 0	4.3 5	4.4 7	4.4 8	4.6 0	4.5 9	4.6 2	4.6 0	4.5 9	4.5 6	4.5 3	4.5 4	4.5 2
11	4.4 8	4.4 2	4.3 9	4.3 2	4.3 3	4.3 7	4.3 7	4.4 0	4.4 3	4.4 4	4.4 5	4.4 9	4.5 0	4.5 3	4.5 4	4.5 1
12	4.4 0	4.3 6	4.4 1	4.4 4	4.5 0	4.4 9	4.5 3	4.5 4	4.5 5	4.5 8	4.5 1	4.4 8	4.4 2	4.4 5	4.4 1	4.3 8
13	4.2 6	4.2 7	4.3 3	4.3 7	4.3 9	4.4 4	4.4 5	4.4 8	4.4 2	4.3 4	4.3 3	4.3 0	4.2 8	4.3 2	4.2 7	4.2 7
14	4.4 9	4.4 5	4.4 1	4.3 4	4.2 5	4.2 1	4.1 5	4.1 8	4.2 3	4.2 4	4.3 2	4.3 7	4.4 2	4.4 6	4.4 7	4.4 7
15	4.2 4	4.3 2	4.3 3	4.4 1	4.4 4	4.4 8	4.5 1	4.5 8	4.6 1	4.5 4	4.4 8	4.4 3	4.3 9	4.3 0	4.2 6	4.2 6
Но- мер тру- бы	Scp		Smax			Smin			S=Smax- Smin		R=S/Scp			Rcp		
1	4.51		4.65			4.25			0.40		0.089			0.0735		
2	4.50		4.65			4.30			0.35		0.078					
3	4.23		4.35			4.09			0.26		0.061					
4	4.31		4.52			4.05			0.47		0.109					
5	4.35		4.48			4.22			0.26		0.060					
6	4.31		4.48			4.16			0.32		0.074					
7	4.60		4.85			4.43			0.42		0.091					
8	4.39		4.51			4.18			0.33		0.075					
9	4.47		4.67			4.25			0.42		0.094					
10	4.52		4.62			4.35			0.27		0.060					
11	4.44		4.54			4.32			0.22		0.050					
12	4.47		4.58			4.36			0.22		0.049					
13	4.35		4.48			4.26			0.22		0.051					
14	4.34		4.49			4.15			0.34		0.078					
15	4.41		4.61			4.24			0.37		0.084					

Таблица 2

**Значения толщины стенки и разностности готовых труб размером
114,3 × 3,05 мм**

Номер трубы	Si															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	3,0 3	3,0 2	3,0 0	2,9 8	2,9 6	2,9 5	2,9 5	2,9 2	2,9 0	2,8 7	2,8 5	2,8 1	2,9 0	2,9 7	3,0 5	3,1 1
2	3,1 4	3,0 8	3,0 5	3,0 5	3,0 7	3,1 5	3,2 2	3,1 9	3,2 0	3,2 2	3,1 8	3,0 0	2,9 0	3,1 1	3,1 5	3,1 6
3	2,9 1	2,9 0	2,9 5	2,9 8	3,0 1	3,0 0	3,0 1	3,0 8	3,1 2	3,1 2	3,1 0	2,9 5	2,9 9	2,9 7	2,9 5	2,8 8
4	3,1 5	3,2 0	3,2 0	3,1 8	3,1 5	3,1 0	3,0 6	3,0 1	2,9 0	2,8 5	2,9 3	2,9 5	2,9 8	2,9 9	3,0 5	3,0 7
5	2,9 6	3,0 8	3,0 6	3,0 0	2,9 8	2,9 3	3,0 1	3,0 5	3,0 8	3,1 3	3,1 4	3,1 7	3,0 8	3,0 5	2,9 8	2,9 1
6	2,8 7	3,0 0	3,1 2	3,1 8	3,1 0	3,0 5	3,0 5	3,0 2	3,0 7	3,0 9	3,1 2	3,1 8	3,1 5	3,1 3	3,1 2	3,0 3
7	3,0 0	3,0 3	3,0 4	3,0 7	3,0 9	3,1 3	3,1 5	3,1 4	3,0 8	3,0 6	3,1 0	3,1 1	3,1 4	3,1 7	3,1 0	2,8 5
8	2,8 5	2,8 5	2,9 0	2,9 3	2,9 5	2,9 7	3,0 3	3,0 6	2,9 8	2,8 0	2,9 5	3,0 6	3,0 4	3,0 1	2,9 9	2,9 0
9	3,0 5	3,1 1	2,9 0	2,8 3	2,8 5	2,8 7	2,9 1	2,9 2	2,9 4	2,9 6	2,9 9	3,0 2	3,0 5	3,0 5	3,1 0	3,1 2
10	2,8 1	2,8 5	2,9 3	2,9 5	2,9 8	3,0 1	3,0 5	3,0 6	3,0 4	3,0 3	3,0 0	2,9 6	2,9 0	2,8 6	2,8 4	2,7 9
11	3,0 0	3,0 3	3,0 7	3,1 0	3,1 0	3,0 8	3,0 6	3,0 5	3,0 2	3,0 1	2,9 7	2,9 6	2,9 5	2,9 2	2,9 0	2,9 1
Номер трубы	Si															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
12	3,1 2	3,1 4	3,1 0	3,0 8	3,1 1	3,0 7	3,0 3	2,9 8	2,9 0	2,9 5	3,0 1	3,0 5	3,0 8	3,0 7	3,0 9	3,1 1
13	2,9 8	3,0 1	3,0 3	3,1 0	3,0 6	3,1 0	3,0 7	3,0 7	3,0 6	3,0 5	2,8 9	2,8 7	2,8 9	2,9 3	2,9 3	2,9 6
14	3,0 3	2,9 8	2,9 0	2,8 4	2,8 0	2,7 8	2,8 6	2,8 9	2,9 0	2,9 5	2,9 9	2,9 8	3,0 0	3,0 2	3,0 4	3,0 7
15	3,1 0	3,0 9	3,0 6	3,0 3	3,0 2	2,9 7	2,9 7	2,9 5	2,9 4	2,9 0	2,8 8	2,8 7	2,8 2	2,8 7	2,9 3	2,9 9
Номер трубы	Scp		Smax		Smin			S=Smax-Smin		R=S/Scp			Rcp			
1	2,95		3,11		2,81			0,30		0,102			0,0921			
2	3,12		3,22		2,90			0,32		0,103						
3	3,00		3,12		2,88			0,24		0,080						
4	3,05		3,20		2,85			0,35		0,115						
5	3,04		3,17		2,91			0,26		0,086						
6	3,08		3,18		2,87			0,31		0,101						
7	3,08		3,17		2,85			0,32		0,104						
8	2,95		3,06		2,80			0,26		0,088						
9	2,98		3,12		2,83			0,29		0,097						
10	2,94		3,06		2,79			0,27		0,092						
11	3,01		3,10		2,90			0,20		0,066						
12	3,06		3,14		2,90			0,24		0,079						
13	3,00		3,10		2,87			0,23		0,077						
14	2,94		3,07		2,78			0,29		0,099						
15	2,96		3,10		2,82			0,28		0,095						

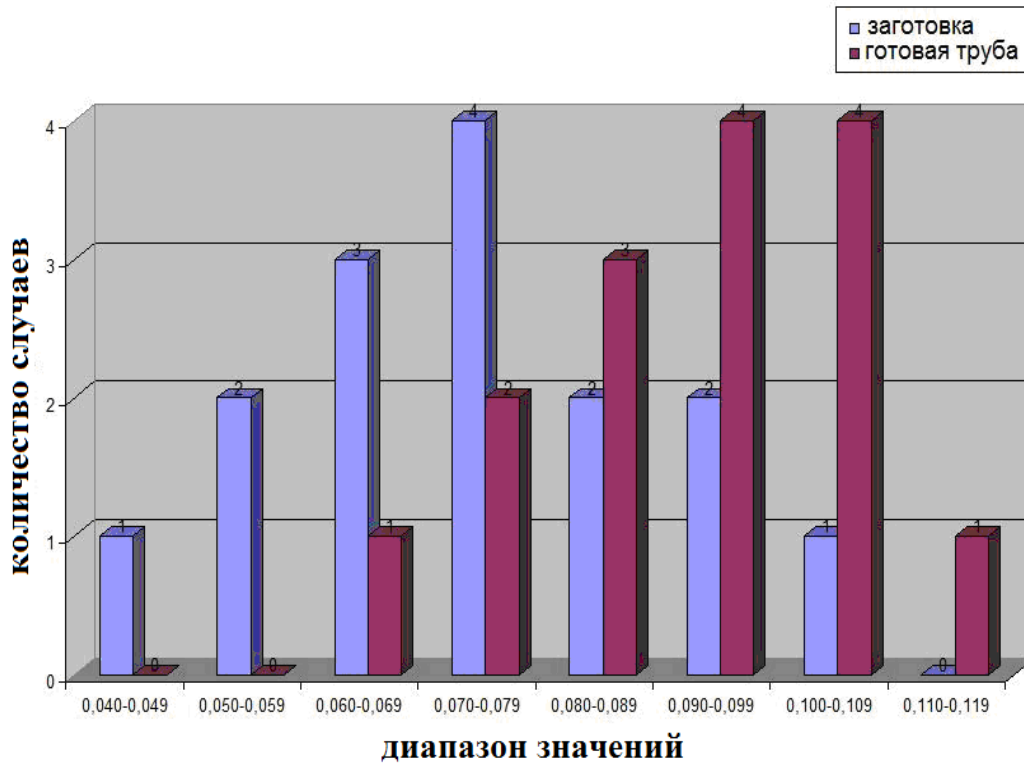


Рисунок 1 – Изменение поперечной разностенности в процессе ХПТР, маршрут 119,1×4,1→114,3×3,05

Из диаграммы видно, что диапазон разностенности готовых труб сместился в большую сторону по отношению к заготовке. Для исследования этого изменения разрезали рабочий конус на четырнадцать частей и замерили стенку труб в шестнадцать точек поперечного сечения (таблица 3)

Таблица 3

Изменение толщины стенки по длине рабочего конуса

Номер сечения	Si															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	4,1 6	4,1 4	4,1 7	4,1 9	4,1 4	4,2 0	4,1 2	4,0 4	4,1 4	4,2 8	4,2 6	4,2 5	4,2 1	4,1 4	4,1 7	4,2 6
2	4,3 6	4,3 1	4,4 2	4,3 5	4,3 0	4,3 5	4,3 6	4,2 2	4,3 1	4,3 5	4,3 0	4,3 4	4,3 4	4,3 3	4,3 7	4,4 6
3	4,4 4	4,4 9	4,4 5	4,3 7	4,3 2	4,3 6	4,3 3	4,3 1	4,3 3	4,3 4	4,2 3	4,2 8	4,3 2	4,3 7	4,4 2	4,4 3
4	4,3 2	4,3 8	4,2 9	4,3 8	4,3 2	4,2 8	4,2 5	4,2 3	4,1 8	4,1 5	4,1 4	4,2 1	4,2 6	4,3 0	4,2 9	4,3 2
5	4,1 2	4,0 9	4,0 6	4,1 5	4,1 7	4,1 8	4,2 3	4,2 9	4,3 0	4,2 3	4,2 9	4,3 0	4,2 4	4,1 6	4,1 4	4,1 5
6	4,0 9	4,0 3	3,9 7	3,9 9	4,0 3	4,0 9	4,1 5	4,1 6	4,2 1	4,1 5	4,1 1	4,0 9	4,0 5	4,0 3	3,9 9	4,0 6
7	3,9 7	3,9 1	3,8 8	3,8 8	3,8 3	3,7 5	3,7 1	3,7 4	3,7 6	3,8 1	3,8 8	3,9 4	3,9 1	3,9 4	3,9 6	3,9 7
8	3,6 3	3,6 0	3,5 6	3,5 0	3,5 4	3,6 3	3,7 0	3,7 5	3,7 6	3,7 4	3,7 1	3,7 0	3,6 7	3,6 4	3,6 5	3,6 3
9	3,5 0	3,5 1	3,5 6	3,5 4	3,5 6	3,5 3	3,5 0	3,4 5	3,3 8	3,3 3	3,3 0	3,3 1	3,3 3	3,3 6	3,4 2	3,4 5

10	3,2 7	3,2 6	3,2 6	3,1 8	3,2 1	3,2 6	3,3 3	3,3 5	3,3 8	3,4 3	3,3 8	3,3 8	3,3 6	3,2 9	3,2 8	3,2 7
11	3,2 0	3,2 2	3,2 3	3,2 8	3,3 1	3,3 4	3,3 6	3,3 6	3,3 4	3,3 3	3,2 7	3,3 0	3,2 1	3,1 5	3,1 0	3,1 3
12	3,2 1	3,2 7	3,3 0	3,3 3	3,2 7	3,2 1	3,1 5	3,0 9	3,0 7	3,1 1	3,1 7	3,1 9	3,2 0	3,2 1	3,2 0	3,2 1
13	3,2 4	3,2 4	3,1 6	3,1 5	3,1 5	3,1 3	3,0 9	3,1 1	3,1 3	3,1 9	3,2 9	3,2 3	3,3 0	3,3 3	3,2 9	3,2 7
14	3,1 5	3,2 1	3,2 3	3,2 1	3,2 2	3,2 4	3,2 0	3,1 7	3,1 5	3,0 8	3,0 5	3,0 9	3,1 1	3,1 7	3,1 5	3,2 1
Номер сечения	Scp			Smax			Smin			S=Smax-Smin			R=S/Scp			
1	4,18			4,28			4,04			0,24			0,057			
2	4,34			4,46			4,22			0,24			0,055			
3	4,36			4,49			4,23			0,26			0,060			
4	4,27			4,38			4,14			0,24			0,056			
5	4,19			4,30			4,06			0,24			0,057			
6	4,08			4,21			3,97			0,24			0,059			
7	3,87			3,97			3,71			0,26			0,067			
8	3,65			3,76			3,50			0,26			0,071			
9	3,44			3,56			3,30			0,26			0,076			
10	3,31			3,43			3,18			0,25			0,076			
11	3,26			3,36			3,10			0,26			0,080			
12	3,20			3,33			3,07			0,26			0,081			
13	3,21			3,33			3,09			0,24			0,075			
14	3,17			3,24			3,05			0,19			0,060			

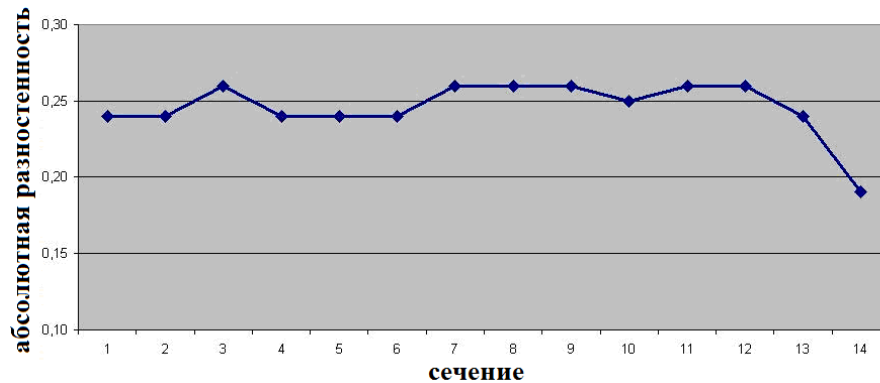


Рисунок 2 – Изменение абсолютной разностенности по длине рабочего конуса

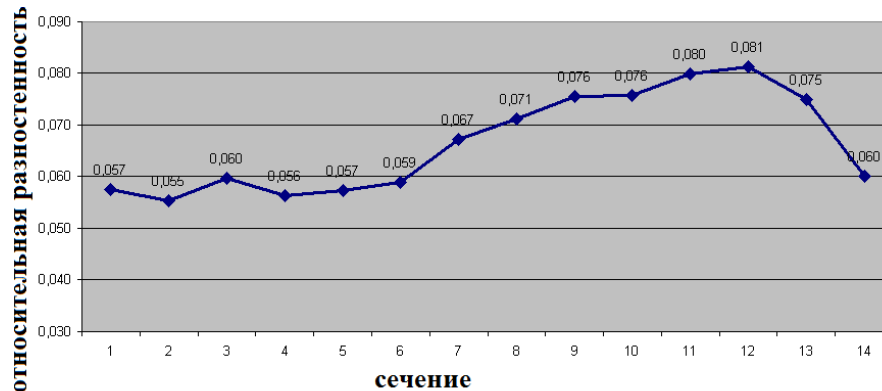


Рисунок 3 – Изменение относительной разностенности по длине рабочего конуса

Абсолютная разностенность при прокатке трубы-заготовки с исходной малой разностенностью 6% в зоне обжатия рабочего конуса практически не изменилась (рис.3). Уменьшение абсолютной разностенности на 0.05 мм в конце рабочего конуса видимо связано с калибровкой в зоне калибрования, но основным показателем качества является относительная разностенность. По мере прокатки относительная разностенность несколько увеличилась, так как толщина стенки уменьшается.

Вывод

Полученные впервые экспериментальные данные по изменению поперечной разностенности труб в процессе ХПТР для случая прокатки трубы-заготовки с малой поперечной разностенностью показали, что в этом случае в зоне обжатия стенки абсолютная разностенность не изменяется и происходит незначительный рост относительной разностенности.

Перспектива. Полученные данные могут быть использованы при проектировании процесса холодной периодической роликовой прокатки с требуемым уровнем качества по поперечной разностенности труб.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.Н. Данченко, А.П. Коликов, Б.А. Романцев, С.В. Самусев. Технология трубного производства. –М. Металлургия, 2002 – 650 с.
2. Григоренко В.У., Данченко В.Н., Миленин А.А. Исследование снижения поперечной разностенности труб при редуцировании в условиях поперечной периодической роликовой прокатки труб. // Системные технологии. – 2003 - №6(29) –с. 140-148.
3. Григоренко В.У. Исследование изменения толщины стенки при редуцировании. Металлургическая и горная промышленность. -2003. №4. с 77-78.