

УДК 621.774.35

АНАЛИЗ КОНЦЕВОЙ РАЗНОСТЕННОСТИ ТРУБ ПОСЛЕ РЕДУКЦИОННОГО СТАНА

Орлов Г.А., д.т.н., профессор кафедры «Обработка металлов давлением» (gorl@mail.ru)

Ашканов С.Е., ведущий инженер, соискатель степени к.т.н.

Орлов А.Г., магистрант кафедры «Обработка металлов давлением»

Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
(620002, Россия, Екатеринбург, ул. Мира, 19)

Аннотация. Проведен анализ экспериментальных данных о концевой разностенности труб, полученных на ТПА-80 Синарского трубного завода. Приведены данные о длине утолщенных концов черновых и готовых труб. Конфигурация утолщенных концов представлена конической формой с прямолинейными образующими, получены уравнения линейной регрессии. Предложены формулы для расчета длины передних и задних утолщенных концов. Приведены данные о поперечной разностенности черновых и готовых труб.

Ключевые слова: трубопрокатный агрегат, непрерывный стан, редуциционный стан, концевая разностенность, утолщенные концы.

DOI: 10.17073/0368-0797-2017-3-250-251

Известно [1], что при прокатке в многоклетевом редуциционном стане образуются утолщенные концы труб вследствие снижения натяжения в первых и последних клетях стана. Концевые участки подлежат обрезке, так как их толщина стенки превышает нормативные предельные отклонения. Это приводит к повышенному расходу металла, поэтому актуальна задача совершенствования технологии прокатки с целью уменьшения концевой обрезки. Необходимые для этого экспериментальные данные геометрии и разностенности концевых участков труб в условиях некоторых заводов опубликованы ранее [1, 2]. В настоящей работе приведен анализ экспериментальных данных о концевой разностенности труб, полученных на ТПА-80 Синарского трубного завода, имеющем в своем составе прошивной, раскатной, 8-клетевой непрерывный и 24-клетевой редуциционный станы.

Для определения формы утолщенных концов на первом этапе определили максимальное утолщение стенки на торцах трубы, которое происходит в условиях, близких к свободному редуцированию без натяжения. Формула для расчета толщины стенки при редуцировании без натяжения была предложена В.Л. Колмогоровым [1]. Однако анализ экспериментальных данных показал, что эта формула дает заниженные значения утолщения в связи с тем, что она получена для редуцирования в одной клетке и не учитывает особенности многоклетевого редуциционного стана ТПА-80. В результате обработки экспериментальных данных получили уточненную формулу для расчета утолщенной стенки на торцах передних концов труб:

$$S_{\text{пер}}^+ = 1,084 S_n \left(\frac{D_n}{D} \right)^{0,4125}, \quad (1)$$

где $D_n \times S_n$ – размеры черновых труб (после непрерывного стана); D – диаметр готовой трубы.

Обработка данных о передних и задних концах труб показала, что утолщение стенки на заднем конце в большинстве случаев в 1,05 – 1,06 раза больше, чем на переднем, поэтому приняли, что

$$S_{\text{зад}}^+ = 1,14 S_n \left(\frac{D_n}{D} \right)^{0,4125}. \quad (2)$$

Исследования показали, что конфигурация утолщенных концов может быть представлена конической формой с прямолинейными образующими. Такая форма утолщенных концов подтверждена в работах [1, 2]. Статистическая обработка данных показала, что с коэффициентом корреляции не ниже 0,81 изменение толщины стенки по длине конца трубы может быть выражено линейной зависимостью вида $S = S_{\text{max}} - kx$, где S_{max} – максимальная толщина стенки на торце трубы; x – расстояние от торца трубы; k – эмпирический коэффициент, определяющий наклон прямой.

Полученные уравнения линейной регрессии использовались для расчета длины утолщенных передних и задних концов труб в зависимости от допускаемых отклонений на толщину стенки $S_{\text{max доп}}$: $L_{\text{пер(зад)}} = \frac{S_{\text{max}} - S_{\text{max доп}}}{k}$. Формулы для расчета длин утолщенных концов исследованных типоразмеров труб приведены в таблице.

Определено, что длина передних (по ходу прокатки) утолщенных концов больше, чем задних, иногда в несколько раз. Длина утолщенных концов готовых труб увеличивалась с уменьшением их размеров. Анализ результатов расчета относительной разностенности го-

Итоговые формулы для расчета длины утолщенных концов

The final formulas for calculation of thickened ends length

Размер чистовых труб, мм	Передний конец	Задний конец
60,3×5,0	$L = \frac{6,615 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0009}$	$L = \frac{7,019 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0013}$
60,3×7,0	$L = \frac{9,160 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0009}$	$L = \frac{8,770 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0012}$
48,3×4,0	$L = \frac{5,670 - S_{\max \text{ доп}}}{0,001}$	$L = \frac{6,321 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0015}$
76×5,0	$L = \frac{5,770 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0004}$	$L = \frac{6,067 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0009}$
73×5,5	$L = \frac{6,570 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0005}$	$L = \frac{6,880 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0012}$
73×9,19	$L = \frac{11,850 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0015}$	$L = \frac{11,090 - S_{\max \text{ доп}}}{0,0006}$

товых труб показал, что она существенно ниже, чем на черновых трубах: в средней части трубы 5 – 18 %, на концах – не более 22 %.

Таким образом, проведен анализ экспериментальных данных о концевой разностенности труб, полученных на ТПА-80 Синарского трубного завода. Конфигурация утолщенных концов может быть представлена конической формой с прямолинейными образующими. Приведены регрессионные зависимости для расчета длин утолщенных концов для исследованных типоразмеров труб. Полученные данные планируется исполь-

зовать для расчета утонения концевых участков черновых труб с целью компенсации их утолщения при последующем редуцировании.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Технология непрерывной безоправочной прокатки труб / Под ред. Г. И. Гуляева. – М.: Металлургия, 1975. – 264 с.
2. Зельдович Л. С., Ивоботенко В. А., Клецов В. Ф. и др. Утонение концов труб на непрерывном стане // Сталь. 1979. № 6. С. 437 – 441.

Поступила 7 октября 2016 г.

IZVESTIYA VUZov. CHERNAYA METALLURGIYA = IZVESTIYA. FERROUS METALLURGY. 2017. Vol. 60. No. 3, pp. 250–251.

ANALYSIS OF THE END WALL THICKNESS VARIATION OF TUBES AFTER REDUCING MILL

G.A. Orlov, S.E. Ashkanov, A.G. Orlov

Ural Federal University named after the first President of Russia
B.N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The experimental data on the end thickness variation of tubes produced by PRP-80 of “Sinarsky Pipe Plant” was analyzed. The data of length of thickened ends of rough and finished tubes are shown. The configuration of thickened ends was displayed as conical shape with rectilinear generators, and the linear regression equations were obtained. The formula for calculating of the length of front and back thickened ends was also determined. The data of thickness variation of rough and finished tubes are shown.

Keywords: pipe-rolling mill, continuous rolling mill, reducing mill, end thickness variation, thickened ends.

REFERENCES

1. *Tekhnologiya nepreryvnoi bezopravochnoi prokatki trub* [Technology of continuous plugless rolling of tubes]. Gulyaev G. I. ed. Moscow: Metallurgiya, 1975, 264 p. (In Russ.).
2. Zel'dovich L. S., Ivobotenko V. A., Klestov V. F., Nodev E.O., Belov E.A. Thinning tube ends in continuous mill. *Steel in the USSR*. 1979, vol. 9, no. 6, pp. 296-299.

Information about the authors:

G.A. Orlov, Dr. Sci. (Eng.), Professor of the Chair “Metal Forming” (gor1@mail.ru)

S.E. Ashkanov, Senior Engineer, Candidates for a degree of Cand. Sci. (Eng.)

A.G. Orlov, MA Student of the Chair “Metal Forming”

DOI: 10.17073/0368-0797-2017-3-250-251

Received October 7, 2016