

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБКАТКИ (РИЛЛИНГОВАНИЯ) ТРУБ НА ТРЕХВАЛКОВОМ СТАНЕ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ ТПА «140» ОАО «СинТЗ»

*А.В. Курятников, А.В. Король, А.А. Корсаков*

**Разработана и опробована новая технология обкатки (риллингования) на трехвалковом обкатном стане винтовой прокатки ТПА «140» по схеме «размер в размер».**

*Ключевые слова: новая технология обкатки, оправка трехвалкового обкатного стана, обкатной стан, трехвалковый стан винтовой прокатки, точность труб.*

Исследование процесса обкатки (риллингования) проводилось в рамках выполнения научно-исследовательской работы по разработке технологии получения труб диаметром 73–121 мм из непрерывнолитой заготовки диаметром 156 мм. На ОАО «СинТЗ» трубы диаметром 73–121 мм получают из катаной заготовки диаметром 120 мм, однако с появлением ряда экономических и технических предпосылок возникла необходимость создания новой технологии получения труб из заготовки повышенного диаметра. Такая технология была разработана посредством перераспределения деформации между станами ТПА «140» ОАО «СинТЗ», в частности, увеличения деформации на прошивном и обкатном станах.

Для получения труб диаметром 73–121 мм необходимо на выходе из очага деформации обкатного стана получить трубу диаметром 128 мм или менее при диаметре задаваемой в обкатной стан черновой трубы, равном 128 мм. В связи с этим была разработана и опробована технология прокатки труб по схеме «размер в размер» (или с небольшим уменьшением диаметра трубы на выходе из очага деформации по отношению к диаметру трубы, задаваемой в стан, в то время как по действующей на заводе технологии процесс обкатки всегда сопровождается увеличением диаметра трубы на выходе из очага деформации [1]).

Исследование процесса обкатки труб по новой технологии проводилось для двух марок стали: углеродистой (сталь 20) и легированной (сталь 13ХФА); включало использование нового технологического инструмента обкатного стана (валков и оправки) и схемы деформирования.

Исследование нового процесса обкатки (риллингования) имело целью определение возможности уменьшения диаметра черновой трубы относительно диаметра трубы, задаваемой в стан, и величины «разбоя»<sup>1</sup>, получаемого после обкатки по новой технологии.

Необходимость проведения такого анализа состояла в том, что калибровка оправки обкатного

стана имеет, в отличие от действующего, классического варианта, дополнительный участок обратного конуса, на котором происходят обкатка стенки и уменьшение диаметра трубы. При этом равнодействующая усилия со стороны металла, действующая на оправку на данном участке, направлена противоположно равнодействующей усилий, действующих на другие участки оправки: входной конический и выходной цилиндрический (рис. 1).

Поэтому, ввиду наличия осевой составляющей силы ( $\tau'$  рис. 1, б), действующей со стороны валков на оправку, направленной против хода прокатки, суммарное осевое усилие, действующее со стороны оправки на упорный стержень, должно уменьшаться по мере увеличения длины участка обратного конуса оправки и угла его образующей. Уменьшение осевой нагрузки на упорный стержень способствует уменьшению стрелы прогиба и вибрации последнего и, следовательно, стабилизирует положение оправки относительно горизонтальной оси проката.

Вторым фактором, оказывающим позитивное воздействие на точность труб, является наличие на оправке дополнительного цилиндрического «полирующего» участка. Совокупное действие данных факторов должно способствовать повышению геометрической точности труб и сокращению концевой обрезки.

Прокатка труб в трехвалковом обкатном стане, оснащенном опытной калибровкой технологического инструмента: валками и оправкой, производилась в соответствии с разработанной новой технологией.

В общей сложности была прокатана 41 труба из двух марок сталей (23 трубы из стали 20 и 18 труб из стали 13ХФА). Процесс обкатки (риллингования) труб по разработанной технологии (сравнительные схемы и механизмы деформирования новой и штатной технологии изображены на рис. 2) протекал стабильно во всех стадиях, без каких-либо отклонений для каждой из марок сталей. Особенности, связанных с переходом на легированную марку стали, не выявлено.

В процессе обкатки (риллингования) были получены трубы диаметром 127,5 мм. На конечной

<sup>1</sup> Под «разбоем» понимается разница между внутренним диаметром черновой трубы после риллингования и диаметром оправки обкатного стана.

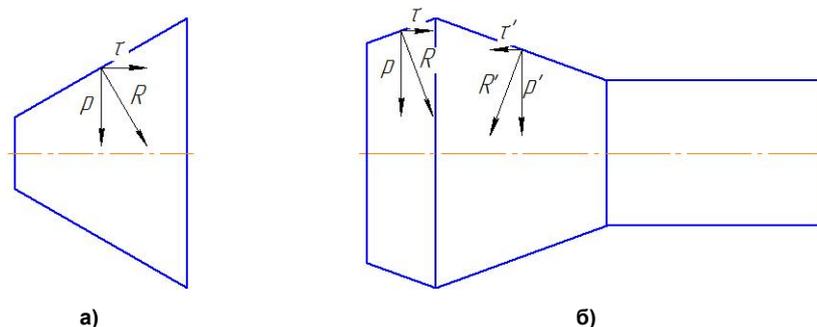


Рис. 1. Схема усилий, действующих на конические участки оправок со стороны валков:  
а – для классической оправки; б – для предложенной оправки

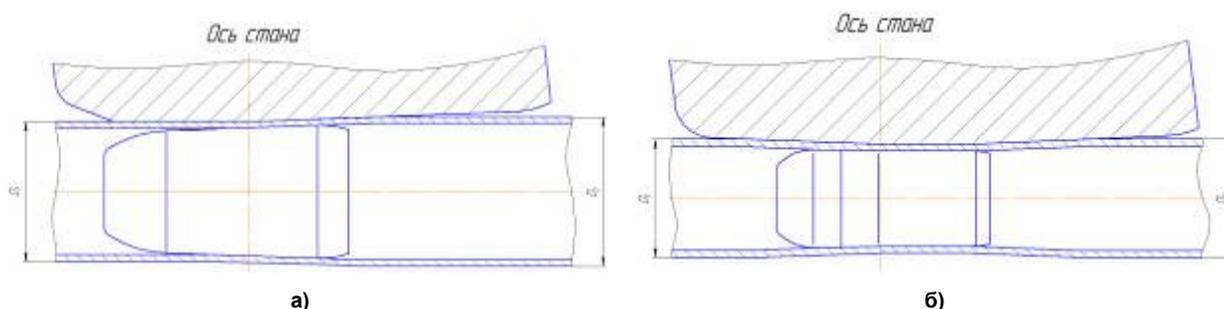


Рис. 2. Схемы очага деформации обкатного стана:  
а – по классической технологии; б – по предложенной технологии

стадии прокатки (после редуционно-калибровочного стана) периодически осуществлялся контроль качества и точности изготавливаемых труб (изготавливали трубы размером 114×8,0 мм). От передних и задних концов прокатанных труб отрезались пробы на соответствие диаметра и толщины стенки. В сечениях: передний конец – 250–350 мм от переднего торца трубы, задний конец – на расстоянии 150–250 мм от заднего торца трубы, по диаметру в двух взаимно перпендикулярных плоскостях. По результатам замеров толщины стенки в 8 точках по периметру трубы разностенность передних и задних концов не превышала допустимые пределы: для стали 20 по ГОСТ 8732–78 и составляла по переднему концу 8,2–8,5 мм, по заднему 7,7–8,4 мм (см. таблицу); для легированной стали 13ХФА по ТУ 1317-006 и составляла по переднему концу 7,8–8,9 мм, по заднему концу 7,4–8,7 мм (см. таблицу).

Кроме того, были произведены замеры тол-

щины стенки и наружного диаметра с переднего и заднего концов на 10 случайно выбранных готовых трубах, прокатанных из стали 20. Фактические значения толщины стенки находились в пределах допусковых отклонений по ГОСТ 8732–78 обычной точности изготовления: –15,0%/+12,5% (рис. 3).

Анализ полученных данных показал, что фактическое общее поле по толщине стенки с учетом выборки составляет 7,46–9,60 мм (что соответствует 2,14 мм или 26,75% от номинальной стенки 8 мм).

Аналогично были произведены замеры толщины стенки и наружного диаметра с переднего и заднего концов на 5 случайно выбранных готовых трубах, прокатанных из стали 13ХФА. Фактические значения толщины стенки находились в пределах допусковых отклонений по ТУ 1317-006: –12,5%/+12,5% (рис. 4).

Анализ полученных данных показал, что фактическое общее поле по толщине стенки с учетом

#### Геометрические замеры проб от труб на конечной стадии прокатки

Трубы из стали 20				
Факт./по НД	Передний конец		Задний конец	
	$\varnothing_{нар}$ , мм	$S$ , мм	$\varnothing_{нар}$ , мм	$S$ , мм
Фактические	114,0–114,4	8,2–8,5	114,0–114,4	7,7–8,4
ГОСТ 8732–78	112,86–115,14	6,8–9,0	112,86–115,14	6,8–9,0
Трубы из стали 13ХФА				
Факт./по НД	Передний конец		Задний конец	
	$\varnothing_{нар}$ , мм	$S$ , мм	$\varnothing_{нар}$ , мм	$S$ , мм
Фактические	114,1–114,7	7,8–8,9	114,1–114,3	7,4–8,7
ТУ 1317-006	112,86–115,14	7,0–9,0	112,86–115,14	7,0–9,0

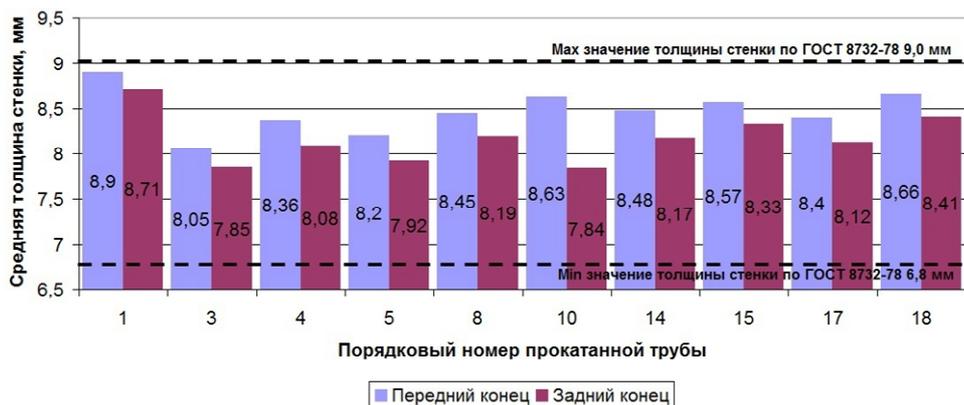


Рис. 3. Толщины стенок передних и задних концов труб из стали 20

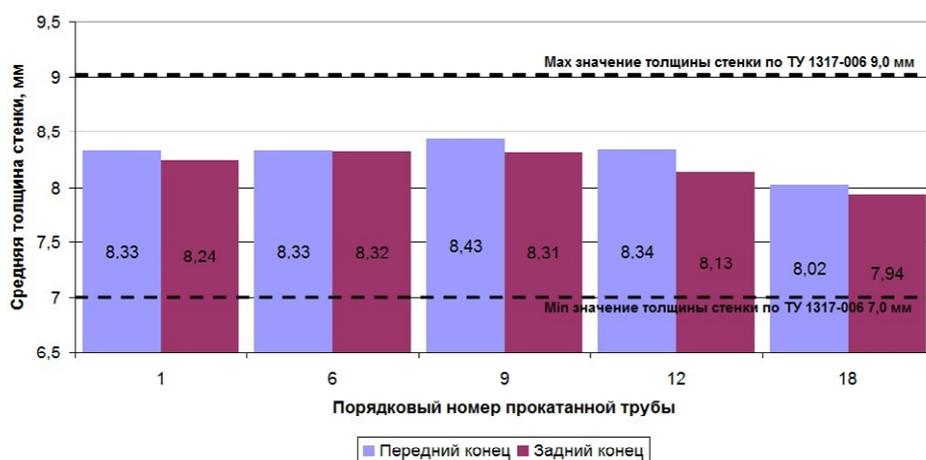


Рис. 4. Толщины стенок передних и задних концов труб из стали 13ХФА

выборки составляет 7,47–8,90 мм (что соответствует 1,43 мм или 17,88% от номинальной стенки 8 мм).

Одним из аспектов исследования было определение принципиальной возможности ведения процесса обкатки (риллингования) трубы с уменьшением (сохранением) диаметра трубы, а также определение степени возможного редуцирования трубы по диаметру, поскольку процесс обкатки (риллингования) осуществляется в трехвалковом обкатном стане винтовой прокатки, с некоторым обжатием по стенке, и не имеет направляющих линеек, способных ограничивать поперечную составляющую деформации.

Поэтому в ходе опытной прокатки одна труба была заторможена в очаге деформации обкатного стана.

Результаты экспериментальных исследований опровергли опасения, связанные с возможной интенсификацией поперечной деформации, увеличением «разбоя» и диаметра трубы. В процессе обкатки (риллингования) была получена труба диаметром 127,5 мм, то есть практически «размер в размер».

При этом была уменьшена величина «разбоя» трубы, которая, согласно таблице прокатки в штатном процессе обкатки, обеспечивала дополнительные 12–15 мм прироста диаметра. По-видимому,

грибовидная схема прокатки совместно с разработанной калибровкой прокатного инструмента и режимом обкатки (риллингования) обеспечили получение требуемых предельных размеров трубы по диаметру, необходимых для последующей задачи и прокатки в калибровочно-редукционном стане на конечные размеры труб 73–121 мм.

На рис. 5 показан меридиональный разрез заторможенной в очаге деформации обкатного стана трубы, при этом верхняя граница сечения соответствует месту максимального контакта стенки трубы между валком и оправкой, а нижняя – месту расположения максимальной овальности («разбоя») между валком и оправкой.



Рис. 5. Меридиональный разрез заторможенной в очаге деформации трубы

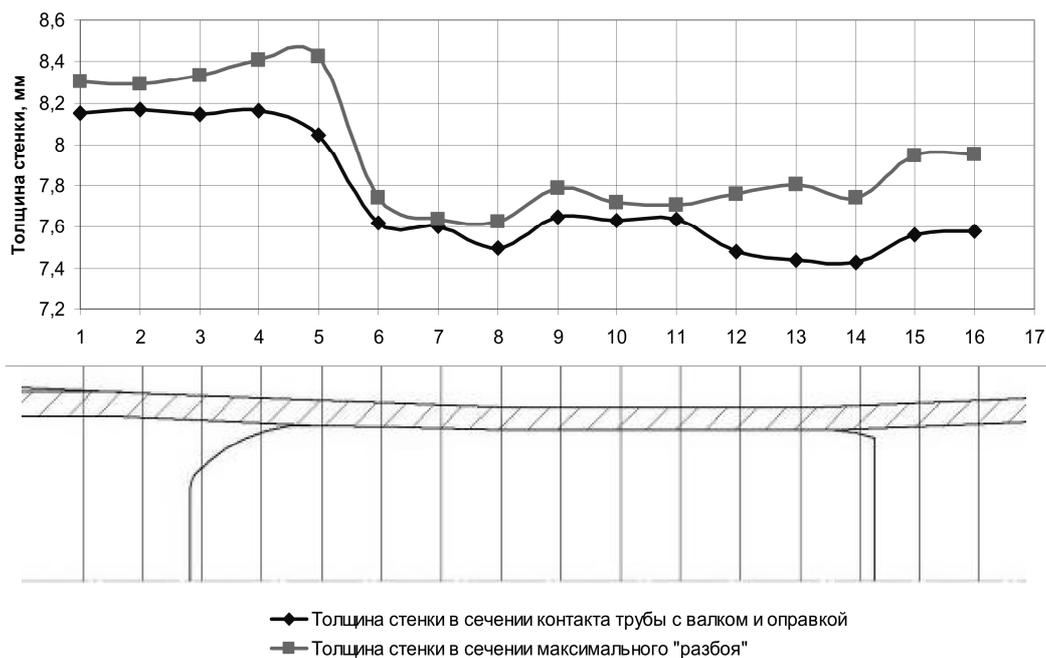


Рис. 6. Диаграмма изменения толщины стенки трубы в очаге деформации обкатного стана

Обмер заторможенной трубы показал, что на верхнем участке деформирование трубы происходило с уменьшением диаметра на безоправочном участке входного конуса валка, а также на участке, соответствующем обратному конусу оправки. Одновременно в процессе обкатки в межвалковом пространстве образовывался «разбой», при этом величины «посада» и «разбоя» по диаметру трубы оказались равными между собой. Такие механизмы и закономерность деформирования трубы позволили в процессе обкатки компенсировать величину «разбоя», характерную для действующей технологии, и сохранить диаметр трубы постоянным, т. е. осуществить прокатку трубы по схеме «размер в размер».

На рис. 6 показан характер изменения толщины стенки вдоль очага деформации при обкатке трубы (шаг сечения составляет 20 мм).

В начальный период процесса обкатки, начиная от захвата до встречи с оправкой (сечение 1–4), в незакрытых областях очага деформации (сечения выпусков) происходит незначительное утолщение стенки по причине редуцирования трубы в данной зоне. На оправочном участке (сечение 5–9) из-за

действия валков и особой формы оправки происходит утонение стенки и изменяется в основном наружная форма трубы вследствие развития поперечной деформации и затекания металла в выпуски. На участке, соответствующем сечениям 9–11, толщина стенки в зоне действия валков практически не изменяется. На последующих участках очага деформации (сечения 12–16) происходит некоторое утолщение стенки из-за трансформации трехугольного сечения в круглое.

Получение черновых труб диаметром 128 мм после обкатного стана, а также их высокая точность по толщине стенки позволяют сделать заключение о том, что возможно производство труб повышенного диаметра 156 мм, вместо используемой в настоящее время заготовки диаметром 120 мм.

#### Литература

1. Данилов, Ф.А. Горячая прокатка труб / Ф.А. Данилов, А.З. Глейберг, В.Г. Балакин. – М.: Металлургиздат, 1962. – 592 с.

**Курятников Андрей Васильевич**, кандидат технических наук., заведующий лабораторией винтовой прокатки, ОАО «Российский научно-исследовательский институт трубной промышленности». 454139, г. Челябинск, ул. Новороссийская, 30. Тел.: (351)7347067.

**Король Алексей Валентинович**, аспирант кафедры машин и технологий обработки материалов давлением, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. E-mail: koro1@rosniti.ru.

**Корсаков Андрей Александрович**, аспирант кафедры машин и технологий обработки материалов давлением, Южно-Уральский государственный университет. 454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76. Тел.: (351)7347067. E-mail: korsakov@rosniti.ru.

**RESEARCH OF PIPE SIZING PROCESS  
ON THREE-ROLL SCREW ROLLING MILL TPA "140"  
AT JSC "SINARSKY PIPE PLANT"**

***A.V. Kuryatnikov, A.V. Korol', A.A. Korsakov***

A new technology of "size to size" pipe sizing by reeling using three-roll screw rolling at TPA "140" has been developed and tested.

*Keywords: new technology of pipe sizing, mandrel for three-roll sizing mill, sizing mill, three-roll screw rolling mill, precision of pipes.*

**Kuryatnikov Andrey Vasil'evich**, candidate of engineering science, head of Screw Rolling Laboratory, JSC "The Russian Research Institute of the Tube and Pipe Industries". 30 Novorossiyskaya street, Chelyabinsk, Russia 454139. Tel.: 7(351)7347067.

**Korol' Aleksey Valentinovich**, post-graduate student of the Machines and Technologies of Material Deformation Processes Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. Tel.: (351)7347067. E-mail: korol@rosniti.ru.

**Korsakov Andrey Aleksandrovich**, post-graduate student of the Machines and Technologies of Material Deformation Processes Department, South Ural State University. 76 Lenin avenue, Chelyabinsk, Russia 454080. E-mail: korsakov@rosniti.ru.

*Поступила в редакцию 6 марта 2013 г.*