

УДК

Марченко К.Л., Фадеев М.М., Романцев Б.А., Гончарук А.В.,
Ананян В.В.

ВИНТОВАЯ ПРОШИВКА НЕПРЕРЫВНОЛИТЫХ ЗАГОТОВОК

Приведены результаты исследований по винтовой прошивке непрерывнолитой заготовки с интенсификацией проработки структуры.

Приведені результати досліджень по валковій прошивці безперервної заготовки з інтенсифікацією проробки структури.

Results of investigation in the roll piercing of the continuous cast billet with intensification of the structure work out had been presented.

Введение

Одним из наиболее перспективных направлений снижения себестоимости бесшовных труб является использование недорогой высококачественной исходной заготовки. Опыт эксплуатации МНЛЗ ОАО «Волжский трубный завод» (ВТЗ) показал высокую эффективность использования непрерывнолитой заготовки в достаточно широком марочном и размерном сортаментах для производства бесшовных труб. Однако при этом отмечаются характерные дефекты металлургического и прокатного происхождения.

В то же время имеется принципиальная возможность интенсификации проработки структуры путем прошивки заготовки с повышенными (20÷30%) обжатиями в пережиме валков. Однако при использовании традиционных подходов это может привести к снижению пластичности металла в области близкой к критическим обжатиям (6-8%) для сталей 10, 20, D; повышенному скольжению (в основном из-за высоких значений вытяжки – 2,5÷4,0); неблагоприятным условиям работы технологического инструмента прошивного стана.

На основании анализа геометрического очага деформации были разработаны рекомендации по калибровке рабочих валков прошивного стана.

Было рекомендовано использовать чашевидную схему прошивки при угле раскатки 8° , обеспечивающую минимальное скольжение при прошивке на «посад». Также характерным для опытной калибровки являлось наличие участков «разгрузки» и редуцирования гильзы в выходном конусе. Прошивка производилась на прошивном стане ТПЦ-1 при угле подачи 12° и настройке очага деформации, обеспе-

чивающей получение гильзы $\varnothing \times d = 120 \times 80$ мм на штатных линейках и оправках при температуре $1180^{\circ}\text{C} - 1200^{\circ}\text{C}$.

В прокат задали 3 штанги $\varnothing 156$ мм пл.223040 ст.Д. Штанги кроились на 4 части, ломку штанг производили на прессах. Нагрев трубной заготовки проводили по действующей ТИ. Все заготовки были зацентрированы пневматическим зацентровщиком в соответствии с ТИ.

Основные параметры прошивки и настройки прошивного стана представлена в таблице 1.

Таблица 1

Настройка прошивного стана

Параметры ПС	Номер гильзы						
	1	2	3	4	5	6	7
Диаметр оправки, мм	76	76	76	76	78	76	86
Расстояние между валками, мм	122	118	115	114	113	113	113
Расстояние между линейками, мм	134	130	126	121	119	119	119
$\zeta =$	1,1	1,1	1,09	1,06	1,05	1,05	1,05
Температура прошивки, $^{\circ}\text{C}$	1150	1190	1160	1180	1185	1180	1200
Диаметр гильзы, мм	132	127	123	121	120	120	120
Обжатие, $\%$	21,8	24,3	26,3	27	27,6	27,6	27,6
Вытяжка, μ	2,2	2,5	2,79	2,95	3,17	3,04	3,86

Процесс прошивки протекал устойчиво. Для уменьшения диаметра последовательно увеличивали обжатие в пережиме от 21,8 до 27,6 %, а коэффициент овализации уменьшали с 1,1 до 1,05. Диаметр гильзы после прошивки в горячем состоянии получили 121-120 мм. При данной настройке прокатали 3-и гильзы. Две последние раскатали на раскатном стане на трубу $102 \times 12,5$ мм на оправке раскатного стана $\varnothing 76$ мм (ввод оправки на первой гильзе затруднялся, на второй гильзе увеличили диаметр оправки прошивного стана до $\varnothing 78$ мм). Для оценки влияния увеличения коэффициента вытяжки с уменьшением толщины стенки гильзы на стабильность процесса поменяли оправку прошивного стана с $\varnothing 78$ мм на $\varnothing 86$ мм и прошили две гильзы, а последнюю гильзу затормозили в очаге деформации. С увеличением коэффициента вытяжки на 30% энергосиловые пара-

метры практически не изменились, процесс прошивки протекал стабильно. Замер заторможенной гильзы показал: диаметр гильзы в холодном состоянии 118 мм, длина контакта составила 295 мм, из них 170 мм во входном конусе и 95 мм в выходном конусе, ширина контактной поверхности в пережиге 55 мм, расчетное обжатие перед носком оправки составило 8 %. Замеры геометрические параметров показали, что они соответствуют требованиям ГОСТ, максимальный уровень разностенности составил от 1,8 до 2,4 мм. Однако, как на наружной так и на внутренней поверхности гильз наблюдаются продольные широкие вмятины (рис. 1) спирального вида, образование которых, по всей видимости, обусловлено применением штатных линеек и оправок для бочковидных валков.



Рис. 1. - Продольные широкие вдавы спирального вида, обусловленные применением штатных линеек и оправок для бочковидных валков

Осмотр 2-х труб размером 102×12,5 мм производился на столе осмотра. На наружной и внутренней поверхности по всей длине наблюдаются плены трубопрокатного происхождения.

С целью получения качественной поверхности гильзы (внутренней и наружной) предложено продолжить опытные работы по прошивке на чашевидных валках с использованием линеек и оправок новой калибровки.

Новый технологический инструмент позволяет осуществлять формоизменение металла в более «тесном» калибре, что уменьшает склонность металла к образованию дефектов на внутренней и наружной поверхностях гильз. Кроме того, прошивка ведется при повышенных углах подачи $\beta=14\dots15^{\circ}$. Это связано с тем, что при винтовой прокатке склонность металла к центральному разрушению в основном зависит от цикличности и величины частных обжатий на участке очага деформации от входа металла в валки до носка оправки. При использовании заготовки большего диаметра возрастает коэффициент вытяжки при прошивке, что приводит к уменьшению шага осевой подачи на участке от входа металла в валки до носка оправки, увеличению величины частных обжатий и повышению цикличности. Компенсировать это ухудшение деформационных условий можно только увеличением угла подачи рабочих валков.

Дальнейшие исследования процесса прошивки с повышенными обжатиями проводили на новом технологическом инструменте при повышенных углах подачи.

Экспериментальные исследования проводили для прокатки труб 2-х размеров 108×10 мм и 95×11 мм из НЛЗ ст. 45 диаметром 156 мм. По действующей технологии для их производства используется круг диаметром 120 мм.

Для проведения эксперимента в кольцевую печь посадили 19 заготовок диаметром 156 мм и длиной 1,4-1,5 метра. Нагрев осуществляли до температуры 1240°C . Настройку станов рассчитывали с учетом особенностей построения очага деформации. Во время прокатки фиксировали время прошивки, частоту вращения рабочих валков, токовые нагрузки и напряжение, углы подачи, которые изменяли от 8 до 14° . Прошивку осуществляли при 2-х вариантах настройки стана, в первом варианте получили гильзы размерами 126×18 мм для прокатки труб 108×10 мм, по второму варианту получили гильзы 119×16 мм для прокатки труб 95×11 мм. Всего прокатали 6 труб размерами 108×10 и 4 трубы размером 95×11 . Дополнительно после прошивки выбросили из потока 7 гильз при разных углах подачи и настройке, а в стане для исследования затормозили две заготовки при обжатии в пережиме 28% на углах подачи 8° и 12° (рис. 2). Результаты эксперимента и настройка станов приведены в таблице 2. Трубы были предъявлены ОТК для оценки качества. Осмотр наруж-

ной и внутренней поверхности показал отсутствие дефектов, трубы по качеству соответствовали требованиям ГОСТ.

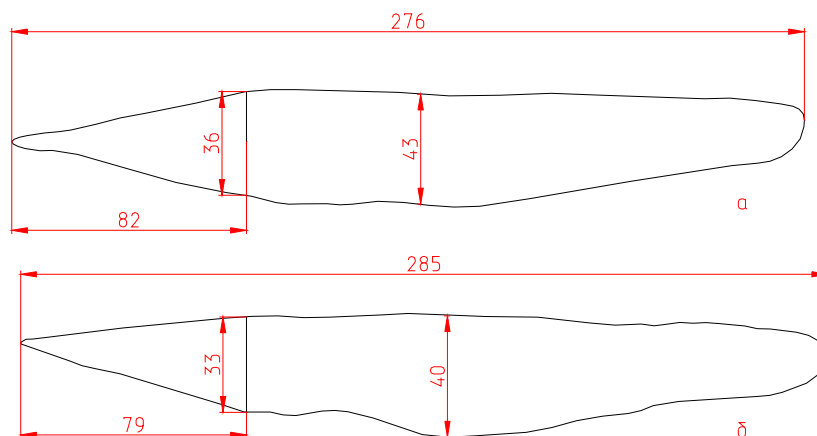


Рис. 2 – Форма контактной поверхности при обжати в пережиме 28% (левая) (а) при угле подачи 12°; (б) при угле подачи 8°

Для оценки макроструктуры отрезали образцы, которые протравили и осмотрели. Проведенные исследования показали отсутствие дефектов, при глубоком травлении остатки литой структуры на трубах не обнаружены. От гильзы также отобрали образцы, проконтролировали макроструктуру и провели глубокое травление металла. Металлографическое исследование гильз показало полную проработку поперечного сечения и отсутствие литой структуры в гильзах, прошитых по новой технологии.

В завершение были проведены исследования качества гильз, определены шаги винтовой линии при различных углах подачи, продольная и поперечная разностенность. На «недокатах» определили фактическую настройку стана, площадь контактной поверхности, изменение шага подачи в очаге деформации. Для определения величины скручивания на исходной заготовке нанесли продольную риску шириной 10 мм и глубиной 6 мм. Шаг винтовой линии при изменении угла подачи от 8° до 14° увеличился с 54 мм до 89 мм, соответственно время прошивки гильз длиной 5,6-5,7 м уменьшилось с 24,5 с до 16,5 с.

Укороченный очаг деформации позволил снизить энергосиловые параметры процесса, а достаточная длина раскатного участка достичь высокой точности гильз, а в дальнейшем и труб. Максимальная разностенность на гильзах составила 10,3%, на трубах 108×10 мм менее 11%, на трубах 95×11 мм менее 10%.

Таким образом, установлена принципиальная возможность прошивки НЛЗ в гильзы на "посад" с уменьшением диаметра исходной

заготовки до 25% за один прохід. Выбранные технологические режимы настройки прошивного стана позволили достичь глубокую проработку литой структуры при коэффициентах вытяжки от 3,0 до 4,0 без образования дефектов. Разработанная калибровка рабочего инструмента обеспечила высокую точность гильз и высокое качество по состоянию наружной и внутренней поверхности.

Таблица 2

Данные экспериментальных исследований процесса прошивки непрерывно-литой заготовки $\phi 156$ мм из стали 45

№ заготовки	Длина заготовки, м	Прошивной стан										
		Температура прошивки, °С	Угол подачи, град	Расстояние между валками, мм	Расстояние между линейками, мм	Частота вращения валков, мин ⁻¹	Нагрузка, А	Время прошивки, с	Диаметр гильзы, мм	Внутренний диаметр, мм	Разностенность, мм	Средний шаг винтовой линии, мм
9	1,56	1170	8	117	125	42	1200	24,5	125			
10	1,62	1170	8	117	125	42	1200	24	123	85		53,74
18	1,53	1190	8	112	121	42	1400	23	119			
7	1,55	1170	10	117	125	42	1200	22	125			
8	1,56	1170	10	117	125	42	1400	23,5	122	84		56,71
16	1,56	1190	10	112	121	42	1400	23	119			
17	1,47	1190	10	112	121	42	1400	23	118	88	0,53	68,52
1	1,56	1170	12	117	125	40	1400	19,5	126			
2	1,57	1170	12	117	125	44	1400	17	126			
3	1,56	1170	12	117	125	44	1400	17,5	124	86	1,1	82,91
11	1,41	1180	12	114	122	42	1200	20,5	120			
12	1,59	1180	12	112	122	42	1400	27	118			
13	1,5	1190	12	112	122	42	1500	23	119	84	1,23	71,8
19	1,65	1190	12	112	121	42	1400	23	119			
4	1,56	1170	14	117	125	46	1400	15	126			
5	1,57	1170	14	117	125	42	1400	17,5	126			
6	1,57	1170	14	117	125	42	1400	17	124	87	1,86	89,19
14	1,53	1190	14	112	121	42	1600	20	119,5			
15	1,48	1190	14	112	121	42	1600	20,5	118	85	1,53	89,26