

УДК 621.774.353 + 621.774

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ГИЛЬЗ ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОФИЛИРОВАННОЙ ТРУБНОЙ ЗАГОТОВКИ

Д.В. Михалкин

В связи с растущими требованиями к повышению точности труб, повышение точности гильз становится одной из основных задач. Перспективными техническими решениями, выполняющими задачу повышения точности, являются те, которые не требуют значительных затрат при внедрении. Одним из таких решений является технология профилирования заготовки с последующей прошивкой на станах винтовой прокатки. Реализация предложенного технического решения не несет капитальных затрат на установку дополнительного или реконструкцию имеющегося оборудования, и достигается изменением калибровки прокатного инструмента. Сравнение результатов компьютерного моделирования в среде программного продукта Q-Form 7 показало преимущество прошивки профилированной заготовки относительно цилиндрической: снижение усилия на валки до 24 %, момента на валках до 17 %, усилия на оправку до 16 %, средней величины разностенности гильзы в поперечном сечении до 26 %.

Ключевые слова: профилированная заготовка, обжимной стан, прошивной стан, калибровка валков, компьютерное моделирование, Q-FORM.

Повышение точности гильз является одной из основных задач при производстве бесшовных труб. Полученная при прошивке разностенность оказывает наибольшее влияние на точность готовых труб [1, 2].

Для снижения разностенности гильз была предложена технология профилирования заготовки на обжимном трехвалковом стане с последующей ее прошивкой на двухвалковом прошивном стане [3].

Перед проведением физического эксперимента было проведено компьютерного моделирования в среде программного продукта Q-Form 7. Получение гильзы винтовой прокаткой проводилось по двум схемам:

- 1) обжатие трубной цилиндрической заготовки в цилиндрическую меньшего диаметра и ее дальнейшая прошивка;
- 2) обжатие трубной цилиндрической заготовки в заготовку меньшего диаметра с волнообразным профилем и ее дальнейшая прошивка.

Обжатие по первой схеме проводилось на валках, приведенных на рис. 1а. Обжатие с получением профилированной заготовки (рис. 2) по второй схеме проводилось на валках, приведенных на рис. 1б.

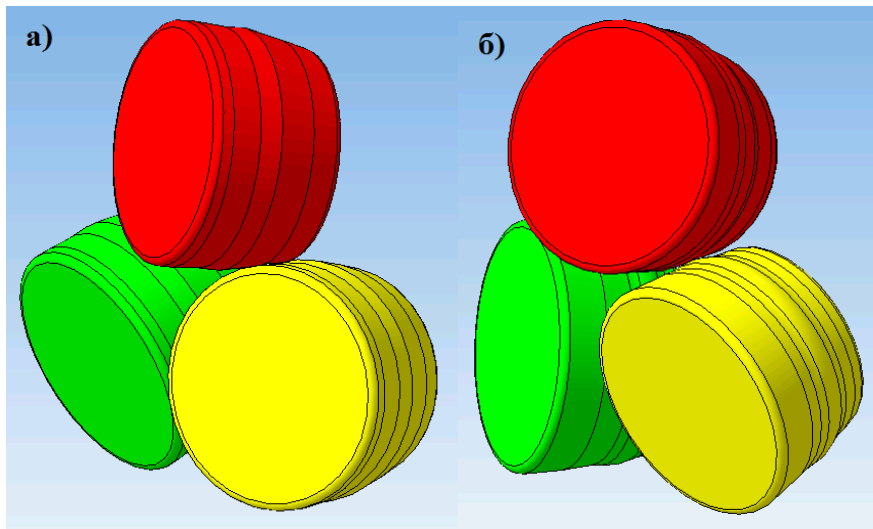


Рис. 1. Твёрдотельная модель валков обжимного стана:
а) для получения цилиндрической заготовки;
б) для получения профилированной заготовки

Вытяжка на трехвалковых обжимных станах была принята одинаковой. Средний диаметр профилированной заготовки (полусумма диаметров по вершинам и впадинам профиля (рис. 2)) равен диаметру цилиндрической заготовки.

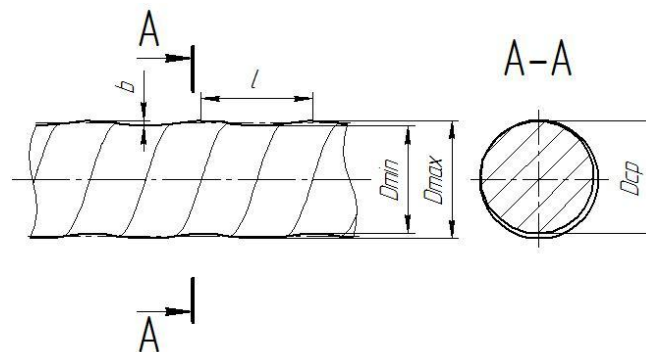


Рис. 2. Трубная заготовка
с волнообразным профилем боковой поверхности

На рис. 3 приведен инструмент прошивного стана для прошивки цилиндрической заготовки (рис. 3а) и профилированной заготовки (рис. 3б).

В рамках моделирования сравнивались две гильзы, полученные из 2-х типов заготовок: цилиндрической и профилированной.

Полученные значения по усилиям на валки и оправку, моменте на валках сведены в табл.

Как видно из табл., при профилировании на обжимном стане нагрузки на инструмент возрастают. При прошивке профилированной заготовки наоборот уменьшаются.

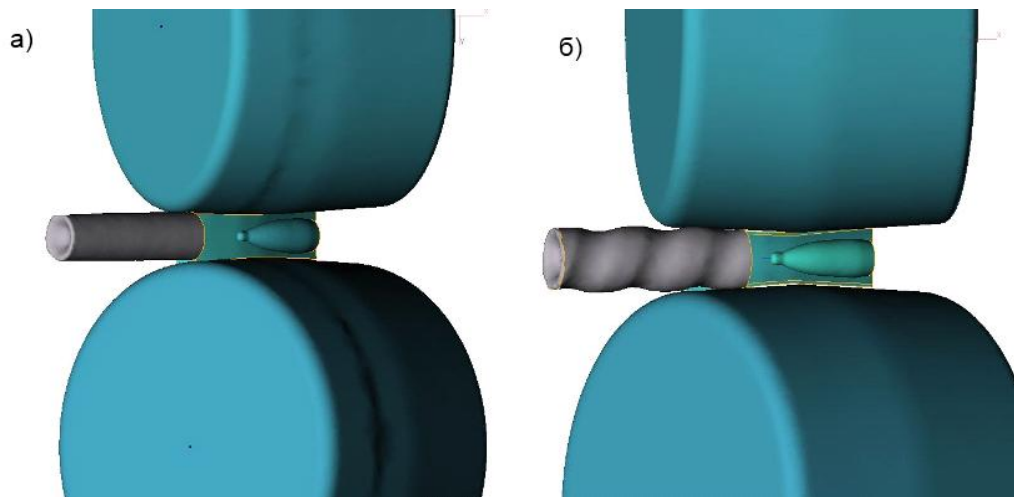


Рис. 3. Твёрдотельная модель прошивного стана:
а) с цилиндрической заготовкой; б) с профилированной заготовкой

Таблица

Сравнение параметров нагрузки

Тип стана	Параметр	Цилиндрическая заготовка	Профилированная заготовка	
			Абсолютное значение	Изменение, %
Обжимной	Усилие на валки, МН	0,51	0,57	+ 12
	Момент на валках, кНм	46	51	+ 12
Прошивной	Усилие на валки, МН	1,56	1,18	- 24
	Момент на валках, кНм	218	180	- 17
	Усилие на оп-равку, МН	0,38	0,32	- 16

Увеличение нагрузки на обжимном стане при профилировании заготовки вызвана наличием профилирующих гребней на рабочих валках, на которых производится дополнительная деформация. С другой стороны, при прошивке заготовки с волнообразным профилем образующей (рис. 2),

наличие плавно сопряженных гребней и впадин приводит к разрывному контакту металла с валками вдоль их образующих. Обжатие гребней профиля обеспечивает возможность течения металла в сторону впадин, т.е. в осевом направлении. При этом резко снижается доля деформации в поперечном направлении. Совместное влияние дробности очага деформации и уменьшения внеконтактной деформации приводят к резкому уменьшению эффекта лавинообразного роста частных обжатий на участке от сечения захвата до сечения носка оправки. Снижение таким путем величин частных обжатий вызывает значительное уменьшение расхода мощности на формоизменение во входном конусе за счет исключения повторного обжатия одних и тех же объемов металла, как это происходит при прошивке цилиндрической заготовки.

Для оценки точности получаемых гильз была определена величина разностенности гильз, которая фиксировалась по 10 сечениям согласно схеме, представленной на рис. 4. Размер конечных элементов составляет примерно 8 мм. Измерение проводилось как по вершинам, так и по граням элементов. С учетом разбиения погрешность измерения составляет менее 1 %.

Процесс прошивки не является осесимметричным. Разностенность является следствием винтового характера процесса прошивки.

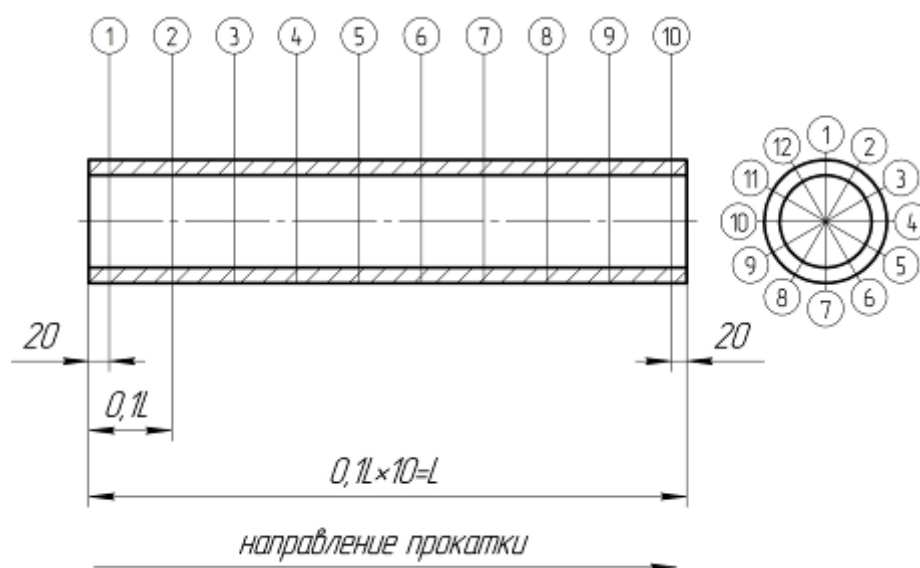


Рис. 4. Схема измерений толщины стенки с полученных моделей гильз

Разностенность оценивалась для каждого сечения путем определения разности между максимальным и минимальным значениями толщины стенки, отнесенной к средней арифметической толщине стенки по 12 замерам:

$$\Delta S = \frac{S_{\max} - S_{\min}}{S_{\text{cp.}}}, \quad (1)$$

где ΔS – разностенность гильзы в поперечном сечении,

S_{\max} – максимальное значение толщины стенки в поперечном сечении;

S_{\min} – минимальное значение толщины стенки в поперечном сечении;

$S_{\text{cp.}}$ – среднее значение толщины стенки в поперечном сечении:

$$S_{\text{cp.}} = \frac{\sum_{i=1}^n S_i}{n}, \quad (2)$$

где n – число замеров толщины стенки гильзы в поперечном сечении.

Средняя величина разностенности гильзы в поперечном сечении определялась как среднее арифметическое значение разностенности в 10 сечениях:

$$\Delta S_{\text{cp.}} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta S_i}{m}, \quad (3)$$

где m – число сечений гильзы в поперечном сечении.

Получившиеся значения разностенности приведены на рис. 5.

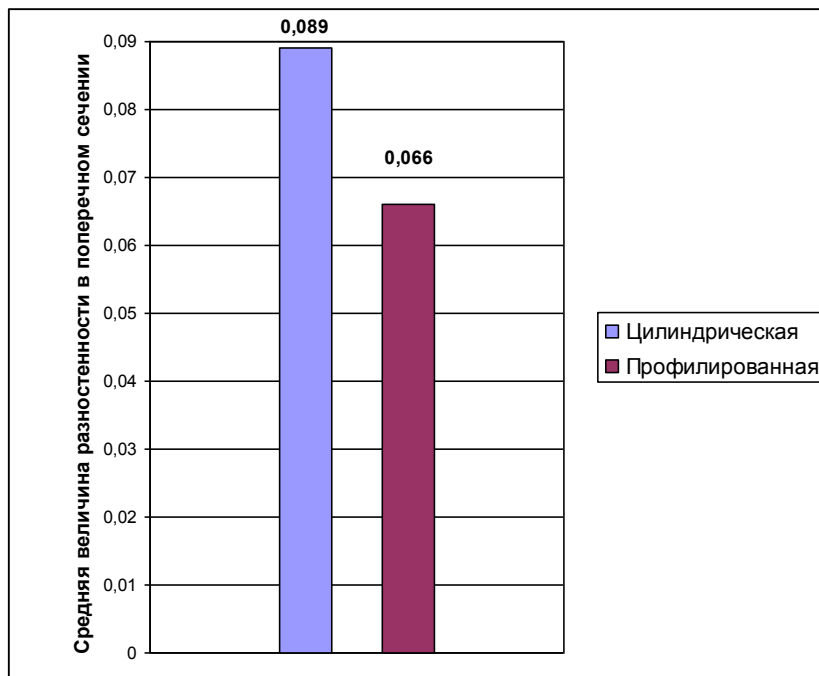


Рис. 5. Средняя величина разностенности гильзы в поперечном сечении

Из гистограммы на рис. 5 видно, что разностенность гильзы, полученной из профилированной заготовки, снизилась на 26 %.

Повышение точности гильзы, полученной из профилированной заготовки, также объясняется уменьшением овальности поперечного сечения прошиваемой заготовки из-за большего осевого течения металла в отличие от цилиндрической заготовки.

Выводы

1. Применение профилированной заготовки снижает разностенность гильзы на 26 %.

2. Уменьшение нагрузки на инструмент прошивного стана при применении профилированной заготовки позволит увеличить производительность прошивки.

3. Результаты исследования могут быть применены для трубопрокатных агрегатов, в линии которых есть обжимной стан.

Библиографический список

1. Потапов, И.Н. Технология винтовой прокатки / И.Н. Потапов, П.И. Полушин. – М.: Металлургия, 1990. – 344 с.

2. Данилов, А.Ф. Горячая прокатки и прессование труб / А.Ф. Данилов, А.З. Глейберг, В.Г. Балакин. – М.: Металлургия, 1972. – 576 с.

3. Михалкин, Д.В. Исследование процесса винтовой прошивки профилированных заготовок / Д.В. Михалкин // Труды XXI МНПК «Трубы-2014». – 2014. – С. 195–199.

[К содержанию](#)