

© Д.В. Овчинников, 2012 г.  
ОАО «Синарский трубный завод»  
г. Каменск-Уральский

© А.А. Богатов, д.т.н., профессор; М.В. Ерпалов, 2012 г.  
ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»  
г. Екатеринбург

## РАЗРАБОТКА, ИССЛЕДОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ НАСОСНО-КОМПРЕССОРНЫХ ТРУБ ИЗ НЕПРЕРЫВНОЛИТОЙ ЗАГОТОВКИ\*

В ОАО «Синарский трубный завод» освоена новая технология производства высококачественных насосно-компрессорных труб на модернизированном трубопрокатном агрегате ТПА-80. С целью повышения эффективности изготовления труб из непрерывнолитой заготовки в линии ТПА-80 был установлен трехвалковый стан [1; 2] и освоена технология радиально-сдвиговой прокатки (РСП) [3; 4].

Схема технологического процесса представлена на рис. 1. Непрерывно-литые заготовки нагреваются в печи с шагающим подом, подвергаются разрезке на ножницах с последующей РСП.

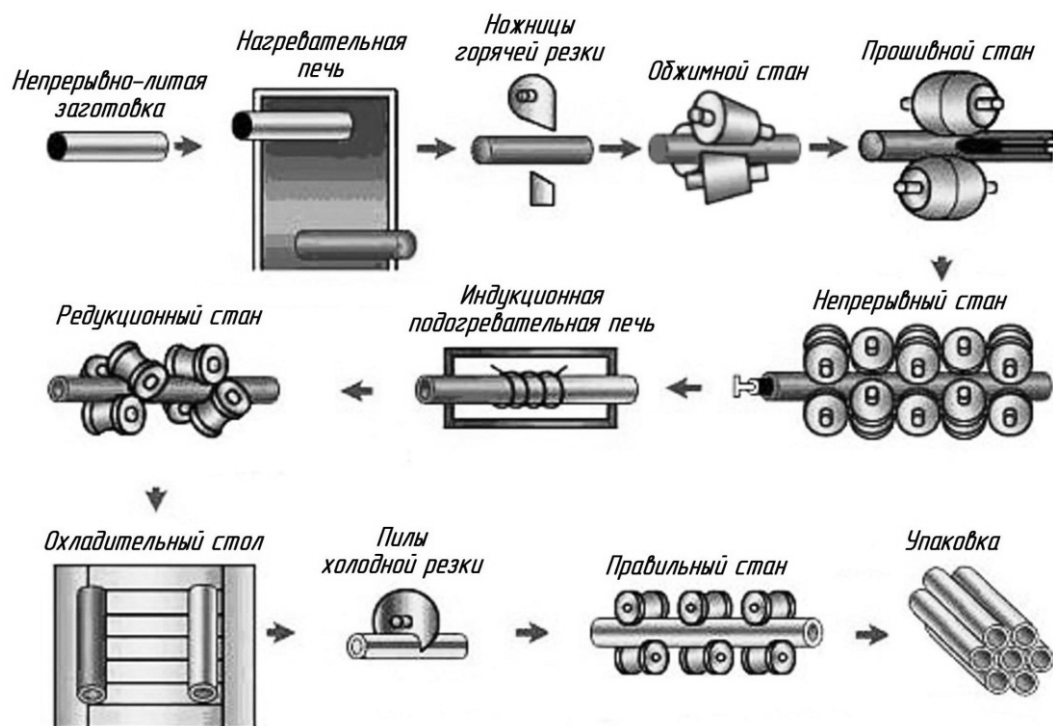


Рис. 1. Новая технологическая схема производства труб на ТПА-80

\* Статья подготовлена в рамках федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России»

Прошивка заготовки осуществляется на двухвалковом стане винтовой прокатки, а раскатка толстостенной гильзы – на восьмиклетьевом непрерывном стане с длинной подвижной оправкой. После прокатки черновой трубы на двадцатичетырехклетьевом редукционном стане их охлаждают на реечном холодильнике и разрезают на пилах холодной резки. Трубы с чистовыми размерами подвергают правке, приборному контролю качества, торцовке и пакетированию. Для повышения прочностных и служебных характеристик трубы подвергаются термообработке, как правило, закалке и отпуску.

Достоинством РСП является интенсивная проработка литой структуры и повышение технологических характеристик заготовки. Однако при освоении новой технологии были выявлены две проблемы: сохранение пористости в осевой зоне заготовки вследствие неравномерно распределенной по сечению степени деформации; образование утяжин на концах заготовки после РСП, являющихся причиной отрыва полуколец при последующей прошивке. Это привело к появлению вмятин на наружной поверхности труб и повышению брака до 6–7 % (рис. 2а, рис. 2б, рис. 2в). Из-за несоответствия механических свойств требованиям нормативно-технической документации часть труб изготавливают второго сорта.

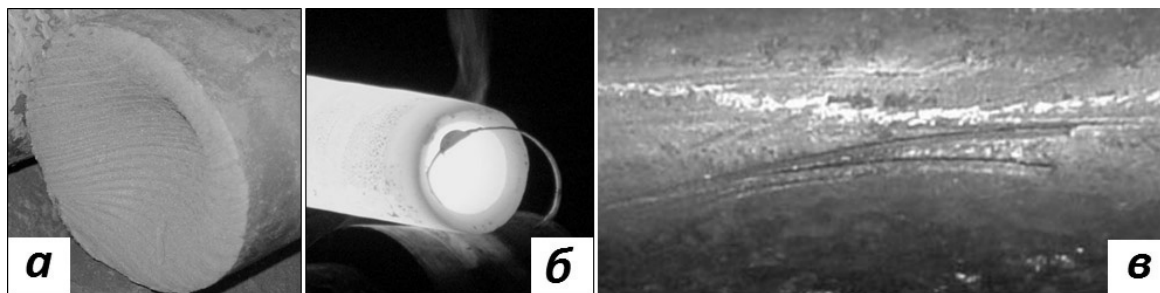


Рис. 2. Образование утяжины на заготовке (а), полукольца на гильзе (б), характерный вид дефекта «вмятина» на наружной поверхности труб (в)

Исследования микроструктуры катаной (диаметр 120 мм) и литой заготовки (диаметр 150 мм) после выполнения основных технологических операций позволили выявить картину эволюции зеренной структуры сталей от заготовки до готовой трубы.

В результате комплексного исследования напряженно-деформированного состояния, макро- и микроструктуры стали после РСП было установлено, что применение рациональных калибровки, угловой и радиальной настройки валков, режимов прокатки способствует уменьшению неоднородности деформации, интенсивной проработке крупнозернистой дендритной структуры и уменьшению пористости в осевой зоне литой заготовки, а также повышению технологических характеристик металла. Благодаря этому повысилась дисперсность зеренной структуры, а после

термообработки труб – фазового состава сталей. Размер зерна непрерывно-литой заготовки после РСП (рис. 3б) меньше размера зерна катаной заготовки (рис. 3а) полученной на стане «650» ОАО «НТМК».

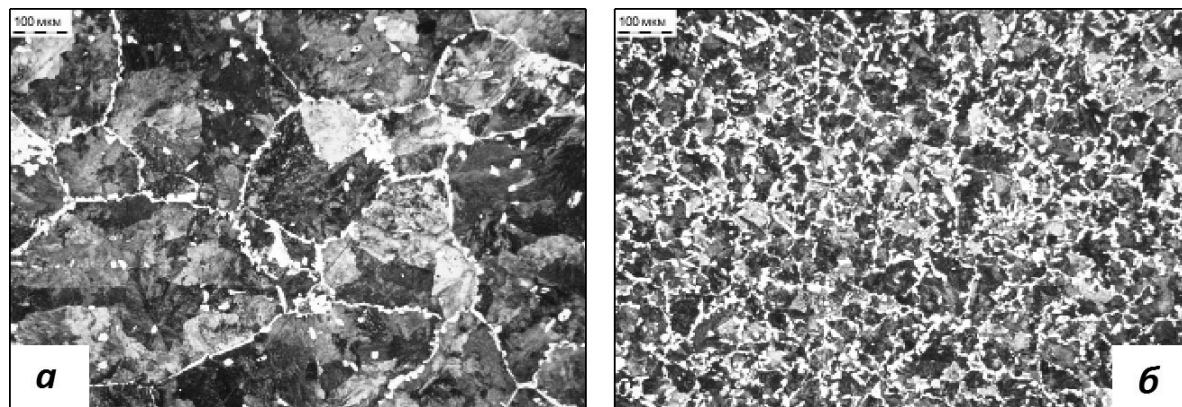


Рис. 3. Микроструктура катаной заготовки (а) и непрерывно-литой после обжатия (б) из марки стали 38Г2СФ

Структура металла готовых труб, изготовленных из непрерывно-литых заготовок, характеризуется средним диаметром аустенитного зерна составляет 50–70 мкм, а из катаной заготовки – 100–150 мкм (рис. 4а, рис. 2б). Гистограммы механических свойств труб из стали 32ХГ приведены на рис. 5а, рис. 5б, рис. 5в, рис. 5г.

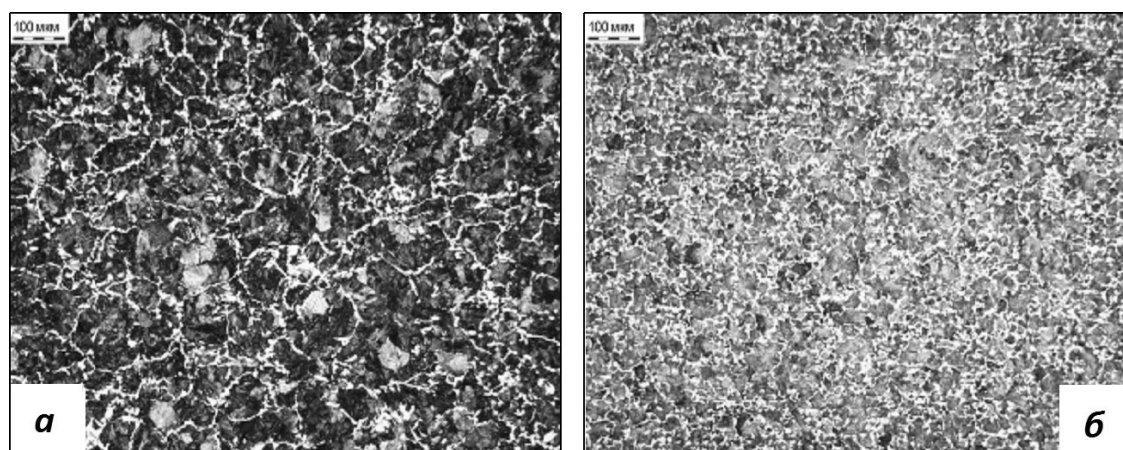


Рис. 4. Микроструктура труб из катаной (а) и литой (б) заготовки

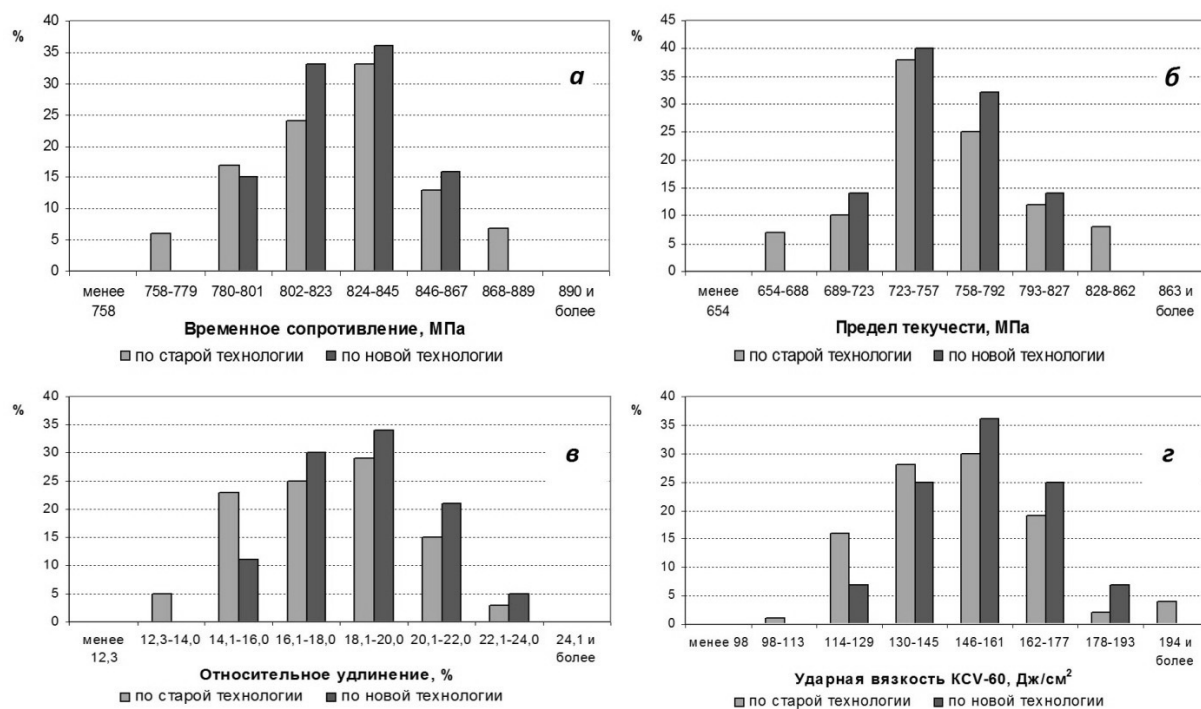


Рис. 5. Гистограмма механических свойств труб из стали 32ХГ группы прочности в хладостойком исполнении: а) временное сопротивление; б) предел текучести; в) относительное удлинение; г) ударная вязкость

Видно, что существенно уменьшилась дисперсия свойств, следовательно, повысилась надежность обеспечения требуемого уровня качества труб по новой технологии. Механические свойства готовой продукции соответствуют требованиям, предъявляемым к высококачественным насосно-компрессорным трубам. Группы прочности насосно-компрессорных труб, производимых из непрерывнолитых заготовок на ТПА-80, в соответствии с нормативно-технической документацией представлены в табл. 1.

Таблица 1

## Группы прочности насосно-компрессорных труб

Условный диаметр, мм			33	42	48	60	73	89
Толщина стенки, мм			3,5	3,5	4	5	5,5	6,5
Тип труб, соединения, группа прочности	ГОСТ 633-80, ТУ 39-0147016-97-99, ТУ 14-161-155-95 (исп Б)	Гладкая	Д,К, Е	Д,К, Е	Д,К,Е, Л	Д,К,Е, Л,М	Д,К,Е, Л,М	Д,К, Е, Л,М
		С высаженными наружу концами (НКВ)				Д,К,Е, Л,М	Д,К,Е, Л,М	Д,К, Е, Л,М
		Гладкая высокогерметичная (НКМ)				Д,К,Е, Л,М	Д,К,Е, Л,М	Д,К, Е, Л,М
		С высаженными концами (НКМВ)					К,Е	
	Коррозионностойкие, сероводородостойкие, хладостойкие	ТУ 14-161-198-2002 С удлиненными высаженными наружу концами (НКВ-У)					Дс,Кс, Ес,Лс	
		ТУ 14-161-195-2001 Гладкие высокогерметичные (НКМ)					Ехл,Лх л, Мхл	
		Гладкие					Ес,Лс	
		ТУ 1308-206-0147016-2002 С высаженными наружу концами (НКВ)					Ес,Лс	Ес,Лс
		Гладкие высокогерметичные (НКМ)					Ес,Лс	Ес,Лс
		ТУ 39-0147016-97-99 С высаженными концами (НКМВ)					Кс,Ес	
		ТУ 14-3-1534-87 Гладкая с узлом уплотнения из полимерного материала				Д,К,Е	Д,К,Е	Д,К, Е
		ТУ 14-161-198-2002 С удлиненными высаженными наружу концами (НКВ-У)					Д,К,Е, Л,М	
		ТУ 14-161-159-95 Гладкая					Е	Е
		ТУ 14-3-1718-90 С отличительной маркировкой муфт				К,Е,Л, М	К,Е, Л,М	

Исследование и разработка нового способа резки заготовок [5], обеспечивающего профилирование ее концов способствовали уменьшению брака труб по вмятинам в 2,5–3 раза. В результате физического и математического моделирования процесса из условия минимизации глубины утяжины на заготовке при РСП была найдена оптимальная форма ножей и прокладок для ножниц горячей резки.

Применение непрерывнолитых заготовок обеспечивает получение высококачественных насосно-компрессорных труб, в том числе высокопрочных, хладостойких и коррозионностойких.

В результате модернизации существующей технологии производства труб на ТПА-80 достигнуто снижение себестоимости на 10 % и повышена производительность на 15 %. Увеличен выход годного с 98,8 % до 99,08 %. Применение непрерывно-литых заготовок после обжата позволило улучшить условия прошивки, в результате чего уменьшилась разностенность получаемых гильз с 12 % до 10 %, а износостойкость линеек повысилась на 8–10 %. Изучены закономерности образования вмятин на наружной поверхности труб и найдены технические решения устранения причин их образования. Показано, что использование непрерывнолитых заготовок обеспечивает получение высококачественных насосно-компрессорных труб, в том числе высокопрочных, хладостойких и коррозионностойких.

#### **Список использованных источников**

1. *Бодров Ю.В., Овчинников Д.В., Чернышов Д.Ю.* Использование обжимного стана в линии ТПА-80 : труды VII Конгресса прокатчиков. М.: Черметинформация, 2007.
2. Патент 2343026 Российская Федерация, МПК В21В19/04. Трубопрокатная установка для производства гильз / Тартаковский И.К., Тартаковский Б.И., Зарудный В.С. [и др.] ; патентообладатель Открытое акционерное общество «Электростальский завод тяжелого машиностроения».
3. *Потапов И.Н., Полухин П.И.* Технология винтовой прокатки. М.: Металлургия, 1987.
4. *Галкин С.П., Харитонов Е.А., Романенко В.П.* Развитие винтовой прокатки для производства трубных заготовок // Сталь. 2009. № 8. С. 54–57
5. Заявка на патент № 2011118932, дата приоритета 11.05.2011. Способ резки прокатных заготовок / Овчинников Д.В. [и др.].