

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВИНТОВОЙ ПРОКАТКИ ЭКОНОМИЧНЫХ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК МАЛОГО ДИАМЕТРА

THE CROSS ROLLING TECHNOLOGY DEVELOPMENT OF ECONOMIC SMALL DIAMETER HOLLOW BILLETS

Б.А. Романцев /д.т.н./, А.В. Гончарук /д.т.н./, Ю.В. Гамин
Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»
(Россия, г. Москва, Ленинский проспект, д. 4)
e-mail: gamin89@yahoo.com

Abstract

The new technology of producing high quality shot and small diameter hollow billets with bottom was suggested. The simulation of cooling the billet was carried out in DEFORM 3D. The experiment of piercing billet with bottom was held.

Предложена новая технология получения качественных коротких полых заготовок с дном малого диаметра. Проведено компьютерное моделирование процесса охлаждения заготовок в среде моделирования DEFORM 3D. Также проведена опытная прошивка заготовок на стане винтовой прокатки МИСиС 130Д.

Широкое применение в машиностроительной и других отраслях промышленности находят полые заготовки различного назначения. Основным способом их получения является механическая обработка, характеризующаяся низким коэффициентом использования металла (КИМ 0,4...0,6), малой производительностью и значительной трудоемкостью. Поэтому актуальным является разработка технологии получения экономичных полых заготовок малого диаметра методом винтовой прокатки в горячем состоянии.

В Московском институте стали и сплавов была разработана технологическая схема изготовления полых деталей диаметром 76...152 мм [1], которая включает в себя следующие основные операции: резку прутка пресс-ножницами на заготовки мерной длины; нагрев заготовок в индукционном нагревателе; калибрование и зацентровку нагретой заготовки в трехвалковом стане винтовой прокатки; прошивку ее в стане винтовой прокатки; калибрование донной части полуфабриката на прессе; продольную профильную прокатку-протяжку на длинной профильной оправке через блок клетей с неприводными рабочими валками, профилированными соответственно профилю изделия перед обжимом; охлаждение и промежуточный контроль; подогрев головной части полых заготовок в индукторе; валковый обжим на оправке в стане винтовой прокатки; охлаждение и контроль; чистовую механическую обработку.

В схеме использованы достижения прокатного производства, которые позволяют получать заготовки с минимальным припуском на

механическую обработку. Кроме того, прокатка благодаря непрерывности процесса является наиболее производительным методом обработки металлов давлением.

Особенностями описанной схемы технологического процесса являются прошивка способом винтовой прокатки штучной заготовки в гильзу с дном, профильная протяжка на оправке через неприводные клетки, обжим профилированной полых заготовки без черновой механической обработки в трехвалковом стане винтовой прокатки.

Целью данной работы является разработка технологии получения экономичных полых заготовок малого диаметра методом винтовой прокатки и исследование процесса прошивки коротких заготовок диаметром 30 мм в полые гильзы с дном.

На основании описанной выше технологии разработана технологическая схема изготовления полых заготовок с дном диаметром 30...60 мм, которая включает следующие основные операции: резку прутка на заготовки мерной длины; механическую зацентровку заготовок в холодном состоянии; нагрев заготовок в индукционном нагревателе; выдержку заготовок в термостате для выравнивания температуры; прошивку заготовок в трехвалковом стане винтовой прокатки; калибрование донной части полуфабриката на прессе; протяжку стакана через систему уменьшающихся колец на том же прессе; охлаждение и контроль полученных полых заготовок.

Схема предложенного технологического процесса представлена на рис. 1.

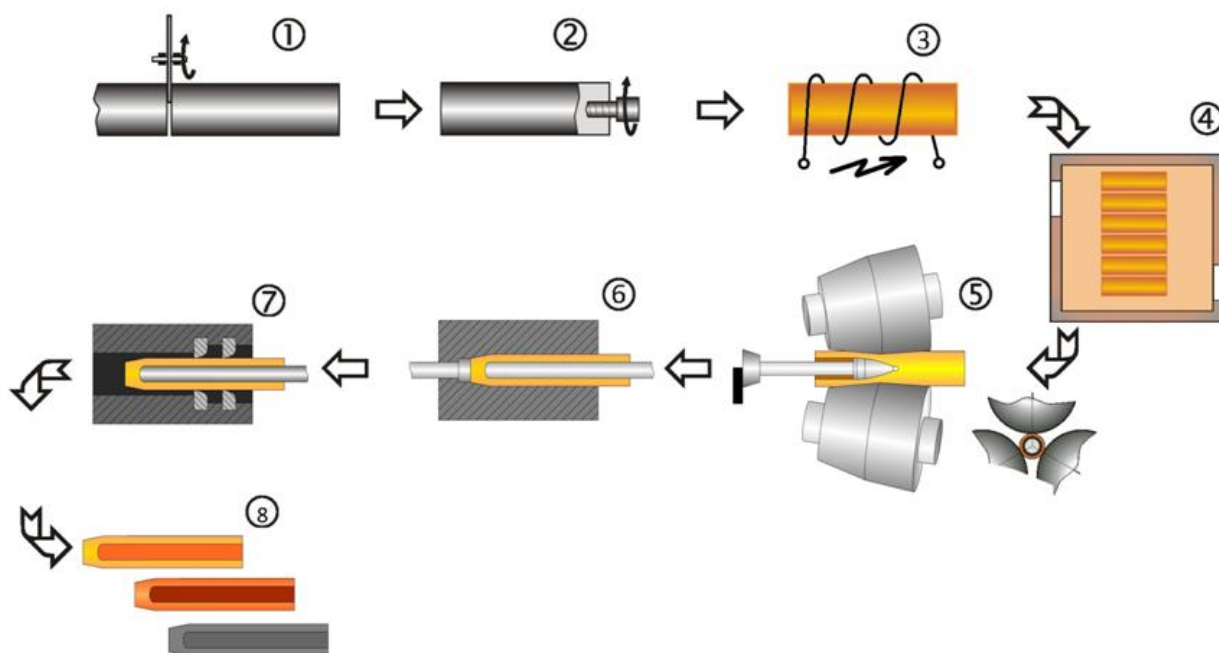


Рис. 1 – Схема технологического процесса получения полых заготовок малого диаметра с дном:
 1 – резка прутка на заготовки; 2 – механическая зацентровка; 3 – нагрев заготовок; 4 – выдержка заготовок в термостате; 5 – прошивка в трехвалковом стане винтовой прокатки; 6 – калибровка донной части; 7 – профильная протяжка; 8 – контролируемое охлаждение

К преимуществам данной схемы производства полых заготовок с дном можно отнести рост производительности (в 2-3 раза), повышение коэффициента использования металла с 0,4 до 0,6...0,65, возможность диверсификации производства (прокатка заготовок диаметром 30-60 мм корпусов, втулок цепей, поршневых пальцев, муфт и других близких к ним по форме деталей машиностроения), высокую стойкость инструмента в процессе эксплуатации, а также снижение трудоемкости изготовления данного вида деталей.

В разрабатываемой технологии получения полых заготовок с дном диаметром 30–60 мм, одной из важнейших операций является нагрев, так как для реализации всех технологических операций с одного нагрева и получения, при этом, точных геометрических размеров необходимо знать время,

в течении которого это является возможным. Данный вопрос актуален, в первую очередь, ввиду малых размеров заготовок. При проектировании и компоновке оборудования также необходимо знать скорость охлаждения исходных заготовок и полуфабрикатов, чтобы обеспечить требуемое быстроедействие оборудования прокатного стана и прессы.

Поэтому в рамках данной работы было проведено компьютерное моделирование процесса охлаждения заготовок в среде моделирования DEFORM 3D (рис. 2). В качестве исходных были выбраны заготовки из стали 60 диаметром 30, 40, 60 мм и длиной 60, 80 и 116 мм соответственно. В данной работе также выполнялось моделирование процесса охлаждения прошивной гильзы с дном диаметром 30 мм.

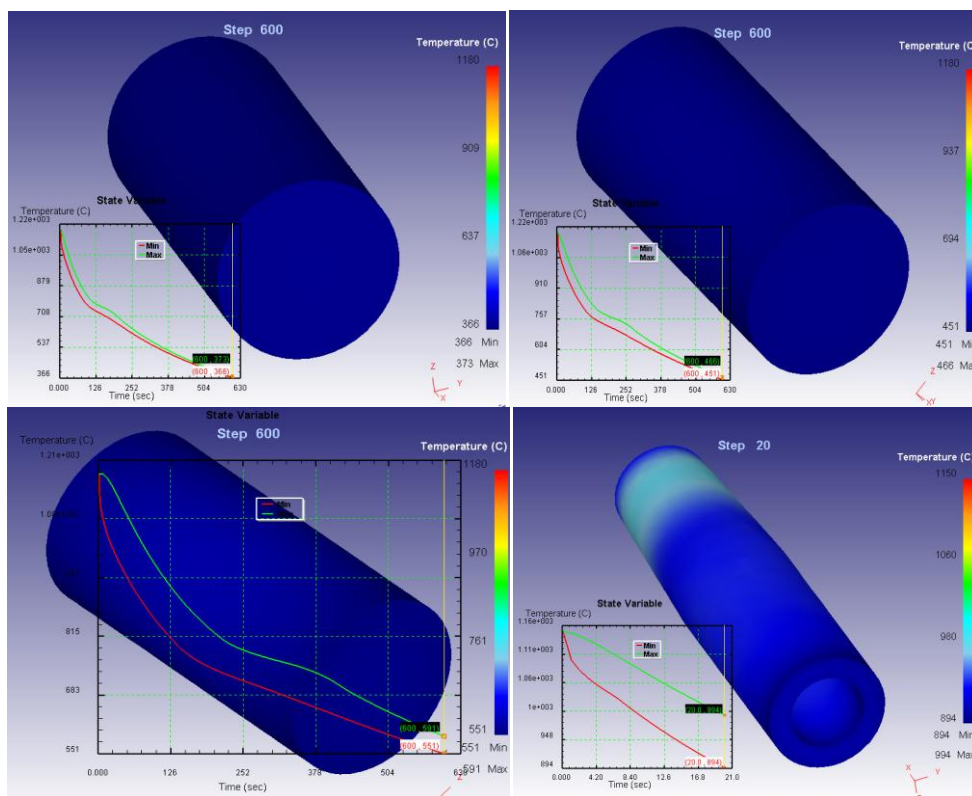
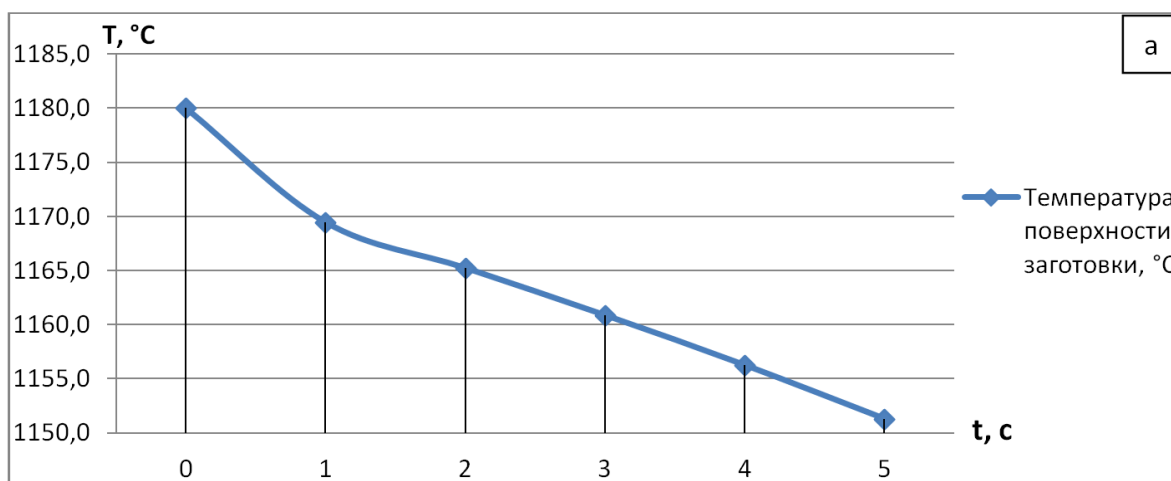


Рис. 2 – Результаты моделирования процесса охлаждения заготовок диаметром 30-60 мм и гильзы с дном после прошивки

Номинальная температура нагрева заготовок перед прошивкой $T_0 = 1180$ °C, минимальная – $T_1 = 1150$ °C. Конечная температура гильзы с дном выбрана $T_k = 900$ °C, так как ниже данной температуры уже невозможно ведение технологических операций горячей обработки давлением и дальнейшая скорость охлаждения не представляет интереса.

Моделирование процесса охлаждения прошитой полой заготовки остановили на двадцатом шаге, то есть через 20 с после прошивки, так как температура заготовки опустилась ниже 900 °C (рис.36).



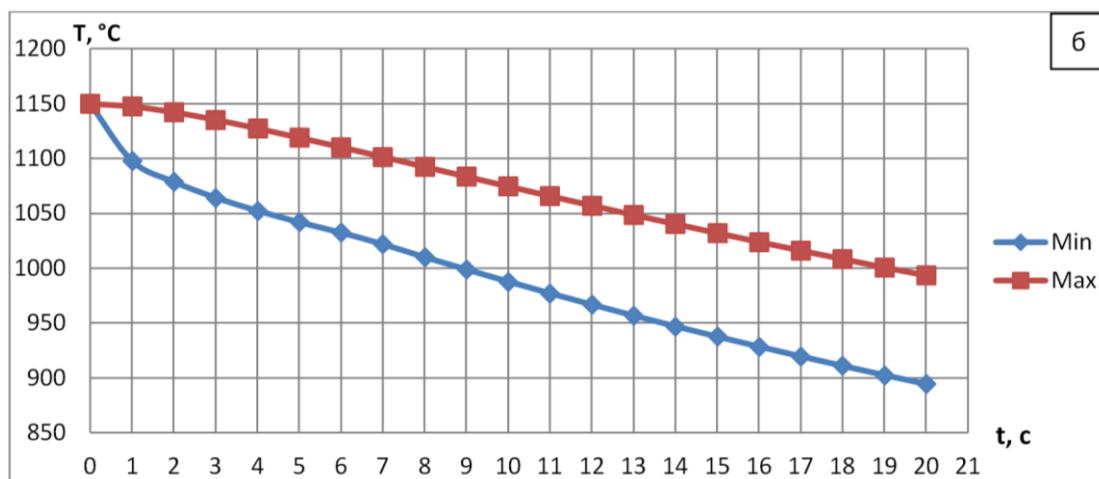


Рис.3 – Графики зависимости скорости охлаждения от времени:
а – заготовка $D \times L = 30 \times 60$ мм; б – прошивная гильза с дном

Анализ рис. 3а показывает, что после нагрева исходной заготовки длительность ее транспортировки до рабочих валков прошивного стана не должна превышать 5 с, так как минимальная температура при прошивке не должна быть ниже $1150^\circ C$. А все операции технологического цикла после прошивки должны быть выполнены за время меньше 20 с, иначе полая заготовка чрезмерно подстывает и для получения качественной продукции уже необходим повторный нагрев.

Процесс горячей прошивки на станах винтовой прокатки был исследован многими авторами в [1-6]. Эксперимент по прошивке заготовок в полые гильзы с дном проводили на опытно-промышленном стане МИСиС-130Д с бочковидными валками диаметром 420 мм [2]. Угол входного конуса валка $2^\circ 30'$, выходного – 3° . Зацентрированные заготовки диаметром 31 мм

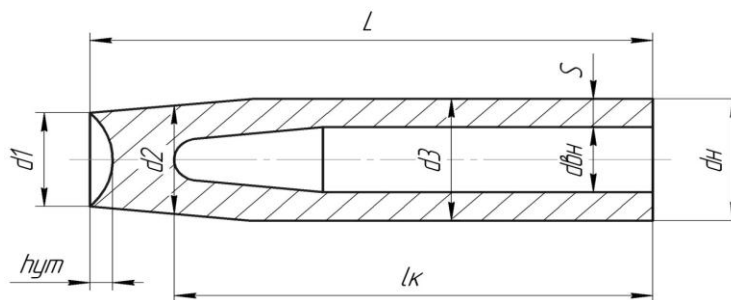
длиной 90 мм из высокоуглеродистой стали 50, 60 нагревали в камерной печи сопротивления до температуры прокатки ($1150-1160^\circ C$) и прошивали на оправках с конической формой рабочей части. Угол подачи рабочих валков составлял 18° . Время прошивки составляло 0,7–0,9 с в зависимости от длины заготовки. В качестве направляющего инструмента использовали линейки из бидулоидного чугуна.

Выходная сторона стана была оснащена специальным быстродействующим рычажным устройством, которое позволяет получать гильзы с дном [1].

Полученные заготовки имеют достаточно точные геометрические размеры, что подтверждает возможность получения качественных коротких заготовок малого диаметра на станах винтовой прокатки (рис. 4).



а



б

Рис. 4 – а) Гильзы с дном, прошитые на стане МИСиС 130-Д из заготовок диаметром 30 мм;
б) схема измерения геометрических параметров

Величина разностенности полученных гильз после прошивки не превышает 0,3 мм.

Геометрические параметры полученных полых заготовок с дном приведены в таблице ниже.

Таблица

Геометрические параметры полученных гильз

№	d_1	d_2	d_3	d_n	L	l_k	S_i	S_{cp}	ΔS	h_{VT}	d_{BH}
1	26,3	29,0	33,0	33,4	130	100	6,5	6,5	0,1	7,5	20,6
							6,5				
							6,5				
							6,6				
2	26,1	29,0	33,0	33,2	135	99	6,5	6,5	0,1	7,5	20,5
							6,5				
							6,5				
							6,5				
3	26,5	29,0	33,1	33,3	128	104	6,5	6,5	0,1	8,0	20,7
							6,5				
							6,5				
							6,6				
4	26,1	28,6	33,2	33,6	137	111	6,5	6,5	0,1	8,0	20,8
							6,5				
							6,4				
							6,4				
5	26,1	28,8	33,0	33,6	133	104	6,5	6,4	0,2	8,0	20,5
							6,4				
							6,3				
							6,5				

Выводы

1. Разработана технологическая схема получения экономичных полых заготовок с дном диаметром 30–60 мм методом горячей винтовой прокатки с последующей калибровкой донной части и протяжкой через волочильное кольцо.

2. Расчетным путем установлено, что после нагрева скорость транспортировки заготовок до рабочих валков прошивного стана не должна превышать 5 с. Все операции технологического цикла должны быть выполнены за время не превышающее 20 с.

3. Получены пробные заготовки методом горячей винтовой прокатки в двухвалковом прошивном стане с разностенностью, не превышающей 0,3 мм. Дальнейшие исследования необходимо направить на разработку технологии калибровки донной части и протяжки через кольцо.

Список литературы

1. Романцев Б. А., Потапов И. Н., Гончарук А. В., Попов В. А. Изготовление полых профилированных заготовок. – М.: НПО «Информ ТЭИ». – 1992. – 263 с.
2. Потапов И. Н., Полухин П. И. Технология винтовой прокатки. Изд. 2-е, перераб. И доп. – М.: Металлургия, 1990.
3. Kawasaki steel technical report, No. 38 «Development of Manufacturing Technology for High

Alloy Steel Seamless Pipe by Mannesmann Process», April 2008.

4. JFE Technical Report, No. 7 «Seamless Steel Pipes for High Pressure Gas Cylinder», January 2006.

5. Steel in Translation, No. 9 «Introduction Seamless-Pipe Production at OAO Vyksunskii Metallurgicheskii Zavod», 2009.

6. Steel in Translation, No. 7 «Producing small-diameter Pipe on screw-rolling minimills», 2001.