

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ПРУТКОВ ДИАМЕТРОМ 10-12 ММ ИЗ СПЛАВОВ С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ НА ОСНОВЕ НИКЕЛИДА ТИТАНА МЕТОДОМ ГОРЯЧЕЙ РОТАЦИОННОЙ КОВКИ

^{1,2}Андреев В.А., ²Юсупов В.С., ²Перкас М.М., ^{1,2}Якушевич Н.В., ³Бондарева С.А.

¹ «Промышленный центр «МАТЭК-СПФ», г. Москва, Россия

E: mail: andreev.icmateks@gmail.com

² ИМЕТ РАН, г. Москва, Россия, E:mail: vl-yusupov@mail.ru

³НИТУ «МИСиС», г. Москва, Россия

Технология производства полуфабрикатов из сплавов с эффектом памяти формы на основе никелида титана разрабатывалась ведущими мировыми производителями США, Японии и СССР с 70-80-х годов прошлого столетия. Основные принципы достаточно широко известны, опубликованы и включают выплавку сплавов из шихтовых материалов технической чистоты, горячую деформацию слитков на пруток или лист и дальнейшую холодную или горячую деформацию на требуемый размер [1,2]. Никелид титана относится к сложно-деформируемым сплавам и имеет ряд особенностей на различных стадиях обработки. В данной работе рассматривается технологическая схема производства прутков диаметром 10-12 мм методом горячей ротационной ковки, разработанная и реализованная на предприятии «Промышленный центр МАТЭК-СПФ».

При разработке данной технологии учитывалось несколько факторов. Пруток диаметром 10-12 мм чаще всего является промежуточной заготовкой для производства более тонких полуфабрикатов – прутков диаметром 3-5 мм или проволоочной заготовки диаметром 2,0 мм. Но, может использоваться, как конечный продукт для изготовления рабочих элементов. Исходная заготовка может содержать 54,6-57,0 вес.%Ni, в зависимости от назначения и дальнейшего использования продукции. Известно, что в этом диапазоне технологические, механические и функциональные свойства этого материала меняются в значительной степени, причём некоторые из составов можно отнести к труднодеформируемым.

Особенностью ротационной ковки является осуществление деформации в условиях всестороннего сжатия, её высокой дробности и при небольших единичных усилиях, что позволяет подвергать формоизменению малопластичные и труднодеформируемые материалы[3]. Ротационная ковка также обеспечивает получение прутка с хорошо проработанной структурой и равномерными свойствами как по длине, так и в поперечном сечении при высоком качестве поверхности во всём диапазоне составов никелида титана.

Исходной заготовкой в представляемой технологии является горячекатаный пруток диаметром 20 мм, полученный на станах ПВП (поперечно-винтовой прокатки) из литой заготовки диаметром 90 мм.

Для получения прутка диаметром 10-12 мм из заготовки диаметром 20 мм используется ротационно-ковочная машина РКМ1(В2129.01), модернизированная специалистами «Промышленного центра МАТЭК-СПФ». Модернизации подвергся ковочный узел и инструмент (бойки), что позволило уменьшить диаметр получаемой заготовки с 7 мм до 5 мм (см. табл. 1).

Геометрия рабочего элемента и качество его изготовления очень сильно влияют как на долговечность самого инструмента, так и на качество поверхности и свойства получаемого прутка. В данной технологической цепочке используется двухбойковая ротационно-ковочная машина. Схема ковочного узла приведена ниже на рисунке 1.

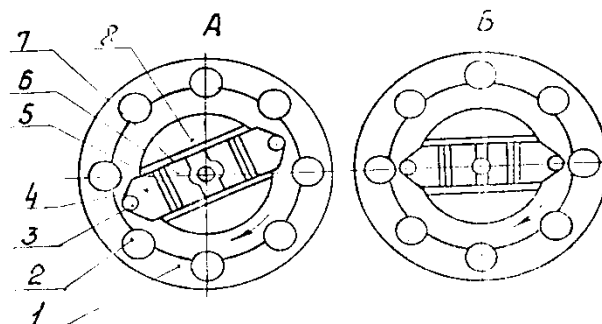


Рисунок 1 – Принципиальная схема ковочного механизма. 1-сепаратор; 2-ролик сепаратора; 3-ролик ползуна; 4-ползун; 5-регулирующие пластины; 6-бойёк; 7-бойковая плита; 8- вал

На больших диаметрах 20 – 13 мм подача заготовки осуществляется вручную (см. рис. 2), что связано с длиной исходной заготовки. На дальнейших проходах с диаметра 13 мм используется валковая подача, что позволяет получить более прямолинейную заготовку и убрать неравномерность по длине.

Таблица 1 – Основные технические данные РКМ1 (B2129.01 модернизированная)

№ п/п	Наименование параметров	Размерность	Значение
1	Номинальное усилие	кН	800
2	Величина хода бойков	мм	4
3	Частота вращения шпинделя	мин ⁻¹	220
4	Количество бойков	шт.	2
5	Частота хода бойков	мин ⁻¹	1760
6	Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	мм	20
7	Наименьший диаметр готового прутка	мм	5
8	Точность получаемой поковки	мм	+/- 0,2

Нагрев заготовки производится в трубчатой печи ПТС-2000-60-1200, разработанной по техническому заданию «Промышленный центр МАТЭК-СПФ» и предназначенной для нагрева длинномерных изделий типа прутков. Температура в печи 700-950°С. Заготовки малых диаметров и большей длины успевают прогреваться в процессе перемещения в печи.

Обжатие за проход составляет не более 15-20%. Между проходами осуществляется промежуточный нагрев заготовки. Существует проблема измерения температуры заготовки в ковочном узле и перед ним. В настоящее время приходится в основном ориентироваться на температуру в печи, что не всегда отражает фактические условия деформации. Для сплавов с памятью формы на основе никелида титана перепад в 30-50°С может иметь серьёзное значение для формирования функциональных свойств в готовом изделии.

Проведенные исследования и накопленный опыт эксплуатации РКМ создали предпосылки для разработки и внедрения в конструкцию данных машин новых технических решений, расширяющих спектр доступных технологических цепочек, что позволило получать полуфабрикаты из никелида титана с другими функциональными свойствами. К таким решениям относятся и изменение некоторых технических данных машин (частота вращения шпинделя, механизация подачи больших диаметров заготовок, скорость продольной подачи), а также изменение геометрии бойков для получения специальных свойств материалов. Проведённая модернизация РКМ не потребовала значительных капитальных затрат и на практике доказала свою эффективность.



Рисунок 2 – Ковка прутка никелида титана диаметром 18 мм на РКМ1

Выводы:

1. Показано, что ротационная ковка позволяет получать полуфабрикаты из никелида титана диаметром 10-12 мм с высоким качеством поверхности.
2. Приведены технологические режимы ротационнойковки никелида титана, обеспечивающие выполнение ТУ 18.4270 – 001 – 16980791 – 2013.

Список литературы:

1. Ооцука К., Симидзу К., Судзуки Ю. Сплавы с эффектом памяти формы: Пер. с японск. М.: Металлургия, 1990. -260 с.
2. Андреев В.А. Актуальные вопросы производства полуфабрикатов (прутков, проволоки) из литого никелида титана для медицины // Актуальные вопросы имплантологии и остеосинтеза: Сб. науч. трудов. Новокузнецк – Санкт-Петербург, 2001. - С.27-28.
3. Радюченко Ю.С. Ротационное обжатие / Москва, 1972. - С. 5-15.
4. Патент № 2162900 от 20.07.2000 / Андреев В.А. и др. Способ получения прутков и способ получения проволоки из сплавов системы никель-титан с эффектом памяти формы и способ получения этих сплавов. Опубл. 10.02.2001. Бюл. №4.
5. Патент на изобретение № 2536614 от 09.04.2013 / Андреев В.А. Способ получения прутков и способ получения тонкой проволоки из сплава системы никель-титан с эффектом памяти формы. Опубл. 27.12.2014. Бюл. №36
6. Андреев В.А., Хусаинов М.А., Бондарев А.Б. Технологические особенности получения проволоки из сплавов TiNi с эффектом памяти формы // Производство проката. 2008. - №9. - С.37-42.