

УДК 621.771.2

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПРОКАТКИ НАНОЛАМИНАТОВ НА ОСНОВЕ ЖЕЛЕЗА

Шинкарев А.С.

Студент кафедры «Технологии и оборудование прокатки»

*Научный руководитель: А.Г.Колесников,
д.т.н., профессор кафедры «Технологии и оборудование прокатки»*

Улучшение различных физико-механических свойств конструкционных материалов за счет целенаправленного формирования микро- и нанокристаллической структуры открывает широкие возможности для получения уникальных конструкционных материалов и материалов со специальными физическими свойствами. Проведенные многочисленные исследования показали, что интенсивные пластические деформации (ИПД) приводят к существенному изменению структурно-фазового состояния материалов. При больших пластических деформациях металлов размеры их структурных элементов (кристаллитов, фрагментов, границ раздела и т.д.) уменьшаются и достигают значений характерных для материалов с нанокристаллической структурой [2, 5]. Так при интенсивной пластической деформации путем вакуумной прокатки были получены наноламинаты Cu-Ni со средней толщиной слоев 61 нм, Cu-Nb со средней толщиной слоев 11 нм, Cu-Fe 43,8 нм; Nb-Mo 275 нм, Cu-(NbTi) 240 нм [3]. Этим методом на специальном вакуумном стане были получены малоразмерные заготовки наноламинатов из нерастворимых друг в друге металлов.

В работе приведены данные исследований по разработке технологии получения металлических заготовок со слоистой наноразмерной структурой в материалах на основе железа. В нашем случае исходная композиция состоит из железных сплавов, имеющих различное кристаллическое строение (ОЦК и ГЦК решетки). Наличие у материалов различной структуры дает возможность накапливать большие деформации без растворения слоев, а также способствует удержанию свойств, полученных в ходе прокатки. По технологическому маршруту [4], включающему мерную резку заготовок из листов, обработку их поверхности, сборку нарезанных листов в пакет, вакуумирование пакета и последующее пластическое деформирование методом горячей прокатки, были получены заготовки листового сортамента толщиной 2 мм. Композиции прошли два полных технологических цикла и на всех этапах передела, были вырезаны образцы для проведения исследования структуры и механических свойств полученных материалов.

Исследования механических свойств (таблица 1) показали, что в зависимости от толщины слоя, значения условного предела текучести,

предела прочности и твердости возрастают с одновременным существенным снижением характеристик пластичности.

Таблица 1 – Механические свойства исследуемых композиций*)

| Композиция | Толщина слоя, мкм | E, 10 ³ | $\sigma_{0,2}$ | σ_B | δ | ψ | НВ |
|---|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|-------------------|
| | | МПа | | | % | | |
| 30ХГСА+08 X18 Т _{пр} =1000°С | $\frac{20}{0,3}$ | $\frac{140}{167}$ | $\frac{600}{1240}$ | $\frac{930}{1450}$ | $\frac{6,0}{0,6}$ | $\frac{23,0}{1,0}$ | $\frac{260}{470}$ |

*) – в числителе степень деформации 96%, в знаменателе – 99,94%.

В ходе работы разработана технология получения массивных заготовок многослойных наноламинатов больших размеров со стабильными свойствами методом прокатки на основе промышленно выпускаемых металлов и сплавов. Предложена технологическая последовательность прокатки многослойных наноламинатов из сталей марок 08Х18 и 30ХГСА шириной 1500 мм, толщиной 0,2 мм; разработана планировка оборудования. При разработке технологии использовано действующее стандартное оборудование для прокатки стальных листов и полос.

Процесс включает подготовку поверхности исходных однослойных заготовок, формирование из них многослойной заготовки размерами 350x1500x5000 мм и прокатку ее в многослойную ленту. Последовательность операций:

- подготовка поверхности;
- сборка пакета из 1750 пластин толщиной 0,2 мм;
- заварка капсул;
- горячая прокатка пакета для получения монолитной заготовки (при полной проработке сечения в соответствии с соотношением $l/h_{ср}=1$) толщиной 1,5 мм с последующей смоткой в рулон;
- рекристаллизационный отжиг рулонов для снятия напряжений, полученных при прокатке;
- холодная прокатка до толщины равной первоначальной толщине одной исходной пластины составляющей пакет, т.е. до 0,2 мм.

В результате средняя толщина слоев полученной композиции должна составить 120 нм. Качество многослойного материала во многом определяется чистотой поверхности, герметичностью пакетов при нагреве и прокатке, а также химическим составом исходных металлов. Главным критерием распределения напряжений и деформаций по высоте сечения является соотношение $l/h_{ср}$, в зависимости от которого характер распределения сильно различается.

Литература

1. *Лякишев Н.П.* Нанокристаллические структуры – новое направление развития конструкционных материалов. Вестник российской академии наук. т. 73, №5, 2003г.– с. 422.
2. *Валиев Р.З., Александров И.В.* Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. М.: Логос, 2000г.– 271с.
3. *Карпов М. И., Внуков В. И., Волков К. Г., Медведь Н. В., Ходос И. И., Абросимова Г. Е.* Возможности метода вакуумной прокатки как способа получения многослойных композитов с нанометрическими толщинами слоев // Материаловедение. №1. 2004. С. 48-53.
4. *Колесников А. Г, Мечиев Ш. Т., Панова И. Ю.* Состояние и перспективы применения многослойных металлических заготовок // Заготовительные производства в машиностроении, №1. 2008. С. 42-43
5. *Я.Е. Бейгельзимер, В.Н. Варюхин, Д.В. Орлов, С.Г. Сынков.* Винтовая экструзия – процесс накопления деформации. Донецк, 2003г. – 28с.