

## УДК 67.017

**ВЛИЯНИЕ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ГРАНУЛИРУЕМОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА**

Татьяна Геннадьевна Жукова

*Магистр 1 года,**кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: Ю.А. Курганова,**доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Материаловедение»*

В настоящее время существует много способов повышения прочностных свойств материалов. Механизмы, обеспечивающие измельчение зерна остаются востребованными по причине обеспечения протяженности межзеренного пространства и создания препятствий на пути движения дислокаций, благодаря чему происходит увеличение прочности материала без интенсивного снижения характеристик пластичности. Наиболее распространенным и эффективным способом измельчения зерна является повышение скорости кристаллизации расплава.

Охлаждение расплава со скоростями более  $10^3$  -  $10^4$  К/с называется сверхбыстрой кристаллизацией или закалкой из жидкого состояния. При реализации условий сверхбыстрой кристаллизации возможно получить однофазную, мелкозернистую структуру с равномерно распределенными по объему матрицы легирующими элементами. Изделия получают гранулированием. Основные этапы технологии представлены на рис. 1.

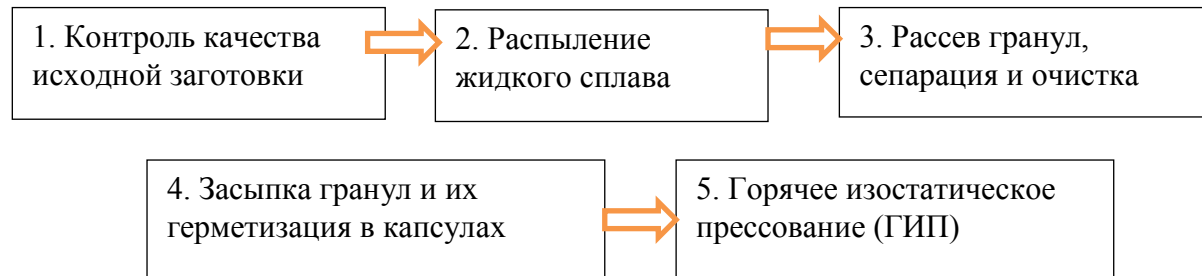


Рис. 1. Схема процессов технологии гранульной металлургии

На ОАО «Композит» для получения гранул используют центробежное плазменное распыление быстровращающегося электрода на установке центробежного распыления (УЦР) собственной разработки.

Учитывая ориентацию предприятия, для исследований выбрали жаропрочный свариваемый никелевый сплав АЖК. Химический состав АЖК сплава представлен в таблице 1.

Таблица 1. Химический состав исследуемого никелевого сплава [1]

Ni	Cr	Mo	Al	Co	Nb	Hf	C
59.9-66.2	15.0-16.0	7.5-8.5	4.0-5.0	5.0-7.0	2.0-3.1	0.3-0.5	0.008-0.01

Значимым этапом в формировании монолитной детали из гранул является ГИП (пункт 5 на рис. 1). Для исследуемого сплава АЖК на ОАО «Композит» выбранный режим ГИП позволил получить компактную заготовку с беспористой рекристаллизованной микроструктурой (рис. 2). Микршлифы изготавливали по стандартной методике и травили реактивом Марбле. Для изучения эволюционных переходов интерметаллидной фазы ( $\gamma'$ -фазы),

распределение которой обеспечивает заданный уровень жаропрочности, использовали растровый электронный микроскоп Vega Tescan при увеличении 13000 крат.

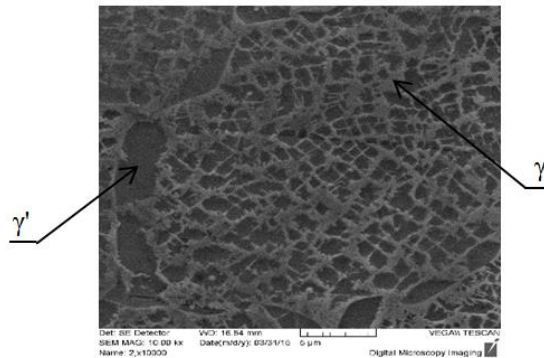


Рис. 2. Микроструктура сплава АЖК после ГИП x 13000

Анализ позволил вывить упрочняющую интерметаллидную фазу, представленную крупными неравномерно распределенными частицами неправильной формы. Уровень твердости не достигает максимального значения, что обуславливает необходимость проведения термической обработки. Для данной группы сплавов рационально проводить закалку с последующим старением с целью сформировать упрочняющую фазу в нужном количестве и нужного размера для достижения высоких механических характеристик материала.

### Литература

1. Патент РФ № 2327754. Жаропрочный сплав на основе никеля.
2. Логунов А.В., Берсенева А.Г., Логачева А.И. / Проблемы и перспективы применения металлургии гранул для ракетно-космической техники // Двигатель, 2008. – №2. – С.8.
3. Новые процессы и сплавы [Электронный ресурс] : лекции по освоению дисциплины для студентов магистерской подготовки направления 150400 «Металлургия» / Сиб. федер. ун-т, Ин-т цвет. металлов и материаловедения. - Электрон. дан. (PDF ; 590 Кб). - Красноярск: СФУ, 2012. - 85 с. - (дата обращения: 22.12.15). - Загл. с титул. экрана. - Б. ц.
4. Берсенева А.Г., Логунов А.В., Логачева А.И. / Проблемы повышения качества жаропрочных сплавов, получаемых методом металлургии гранул // Вестник МАИ, 2008. – №3. – С.8.