

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ МОДИФИКАТОРОВ ДЛЯ АЛЮМИНИЯ ПРИ ВТОРИЧНОМ ПЕРЕПЛАВЕ.

**Костин И.В., Безруких А.И., Ширай А.О., Алтухов А.С.**

**научный руководитель д-р.техн. наук Беляев С.В.**

*Сибирский федеральный университет*

В мировой промышленности алюминий и его сплавы характеризуются наибольшим объемом производства из всех цветных металлов и уступают только стали.

Алюминий и алюминиевые сплавы – первые конструкционные металлы, которые были использованы в самолетостроении. Свое значение в самолетостроении алюминий сохраняет и сейчас – до 75% массы современного самолета составляют детали на его основе. Алюминиевые сплавы также применяют в строительных конструкциях, судостроении, железнодорожном и автотранспорте, электротехнике и т.д. В химической промышленности алюминиевые сплавы используют для изготовления хранилищ жидких газов (кислорода, азота и других), ректификационных колонн и трубопроводов [1].

Формирование мелкозернистой структуры и гомогенность химического состава в слитках из алюминиевых сплавов являются наиболее важными условиями получения высококачественных полуфабрикатов и изделий. В настоящее время наибольшее внимание уделяется изучению особенностей кристаллизации слитков и разработке способов получения мелкозернистой структуры. Принята следующая классификация модификаторов: 1 рода – измельчение первичных зёрен-дендритов и других продуктов первичной кристаллизации; 2 рода – изменение внутреннего строения первичных зёрен-дендритов; 3 рода – изменение структуры эвтектики (например, в силумине) [2].

Данная работа является продолжением исследований по модифицированию алюминия и сплавов на его основе комплексными углеродсодержащими модификаторами, проводимых на кафедре литейного производства Сибирского Федерального Университета с 2009 г.

В качестве базового сплава для исследования был выбран алюминий технической чистоты марки А8. В качестве модификаторов был использован возврат Al модифицированный комплексными углеродсодержащими модификаторами. Плавка алюминия проводилась в печи ЛЗП-67. Модификаторы вводили при помощи «колокольчика» на дно тигля при  $T = 800^{\circ}\text{C}$ .

Вторичную модифицирующую способность оценивали по изменению, структуры, предела прочности, предела текучести и относительному удлинению, в сравнении с исходными и модифицированными образцами.

Механические характеристики образцов алюминия определяли по результатам статических испытаний на растяжение цилиндрических образцов типа III с диаметром рабочей части 3 мм и длиной рабочей части 15 мм в соответствии с ГОСТ 1497-84. Полученные данные представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Механические свойства.

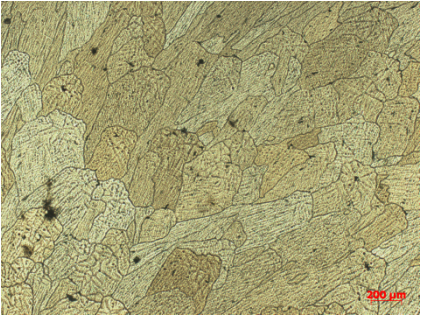
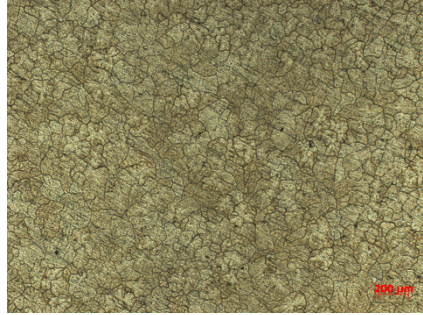
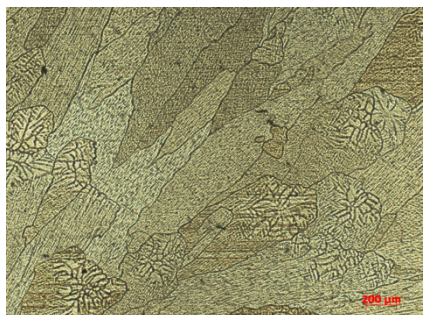
№ образца	Предел прочности, $\sigma_{\text{в}}$ , МПа	Предел текучести, $\sigma_{0-2}$ , МПа	Относительное удлинение, $\delta$ , %
00	56,57	34,89	38,24
5	76,5	40,89	40,38
55	56,16	36,04	23,93

Микроструктурный анализ проводили на микроскопе AxioObserver.A1m, фирмы CarlZeiss. Микрошлифы изготавливали на автоматизированных шлифовально-полировальных станках Saphir 520(Germany) и расходных материалах фирмы LamPlan (France). Травление шлифов осуществляли в 2%-ном растворе HF. Для выявления зерна в микроструктуре на образцы наносили оксидную пленку в растворе HF и H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, съемку микроструктуры осуществляли в поляризованном свете.

Количественную оценку макро- и микроструктуры осуществляли в программе для анализа цифровых изображений AxioVizion(CarlZeiss). Размер зерна определяли методом линейного анализа (по методу секущих).

Для определения элементного состава включений проводили микрорентгеноспектральный анализ на растровом электронном сканирующем микроскопе EVO 50 (CarlZeiss) с энергодисперсионным микроанализатором IncaEnergy 350 (Oxford). Полученные результаты представлены в Таблице 2.

Таблица 2 – Структурный анализ образцов модифицированного алюминия марки А8.

Проба	Состав	Размер зерна, $\cdot 10^{-3}$ м	Микроструктура x50
00	Исходный алюминий марки А8.	0,160	
5	Исходный алюминий марки А8; модификатор Al-Ti-B-C (0,2 % от массы расплава)	0,056	
55	Исходный алюминий марки А8; возврат модифицированного алюминия, Проба 5 (15% от массы расплава).	0,180	

Анализ проб модифицированного алюминия в сравнении с переплавом показал, что размер зерна не отличается от исходного А8, относительное удлинение уменьшилось на 2-22 МПа для разных проб. При добавлении модифицированного

возврата не измельчилась структура, но и не наблюдается дефектов, тугоплавкие компоненты модификатора при переплаве растворяются полностью. Предел прочности и предел текучести практически не изменились по сравнению с исходным не модифицированным алюминием.

Исходя из этого можно сделать вывод, что разработанные комплексные наноструктурированные модификаторы измельчают зерно при первичной кристаллизации, а в качестве возврата не влияют на структуру и свойства алюминия.

#### **Список используемых источников**

1. Гринева С.И., Коробко В.Н., Кузнецов А.И., Сычев М.М. Алюминий и сплавы на его основе. Учебное пособие. /СПб, СПбГТИ(ТУ). – 2003 г. – 22 с.
2. Мальцев М.В. модифицирование структуры металлов и сплавов//М: Metallurgia – 1984 г. – 211с.