

**Легирование алюминиевых сплавов кремнием путем его прямого  
восстановления из металлооксидных композиций**

Арабей А.В., Рафальский И.В., Немененок Б.М.  
Белорусский национальный технический университет

Наиболее распространённым способом получения силуминов в Республике Беларусь является переработка алюминиевого лома и вторичного металлосырья. Традиционно легирование алюминиевых сплавов проводят либо с использованием кристаллического кремния, либо применением лигатуры, которые получают путем сплавления технически чистого алюминия с кристаллическим кремнием. Технически чистый кристаллический кремний используется исключительно для дошихтовки готового силумина до нужного химического состава по кремнию.

Предлагаемый металлургический способ легирования алюминиевых сплавов основан на процессах прямого восстановления кремния из металлооксидных композиций в плавильных печах. В процессе проведения исследований было установлено, что алюминий интенсивно взаимодействует с оксидом кремния при использовании литейных алюмоматричных композиций (далее – ЛАМК) на основе алюминия и оксида кремния.

При легировании алюминиевых сплавов кремнием путем его прямого восстановления из металлооксидных композиций особое внимание было уделено подготовке исходных шихтовых материалов и способу получению литейных алюмоматричных композиций. Скорость протекания химической реакции между алюминием и оксидом кремния существенно зависит от фракционного состава вводимых в расплав дисперсных частиц наполнителя (оксида кремния), температурных параметров плавки, а также состояния поверхности раздела контактирующих фаз.

Авторами работы был проведен ряд исследований способов ввода кварцевого песка в алюминиевый расплав. Было установлено, что при использовании жидкофазных способов смешивания компонентов алюмоматричной композиции реакция восстановления кремния из его оксида протекает не полностью, так как сложно обеспечить достаточные условия смачивания и равномерного распределения дисперсных частиц кварца в расплаве алюминия. Из всех изученных жидкофазных способов ввода частиц оксида кремния в расплав алюминия более эффективным оказался способ перемешивания расплава алюминия, содержащего частицы оксида кремния, электромиксером. Однако следует отметить, что даже длительное перемешивание (до 20 мин) не обеспечивает эффективного процесса восстановления кремния из его оксида алюминием, о чем свидетельствует низкий выход восстановленного кремния в расплаве по сравнению с теоретически ожидаемыми значениями [1].

Основываясь на полученных результатах исследований, были изучены закономерности взаимодействия алюминиевого сплава с кварцевыми материалами при циклической обработке алюмоматричной композиции, с использованием повторного переплава.

Микроструктура синтетического сплава (рисунок 1), полученного из алюмоматричной композиции, содержащих 20 % от массы алюминия кварцевого стекла фракции свыше 1 мм после многократного переплава, представлена колониями эвтектических фаз (Al+Si) и дендритами  $\alpha$ -Al твердого раствора. Анализ химического состава композиций, полученных после многократного переплава с использованием частиц кварцевого стекла свыше 1 мм, показал, что содержание кремния в расплаве алюминия соответствует значениям, близким к теоретически возможным (9,6 %) для композиции «алюминий – 20 % кварцевого стекла» после первого переплава [2, 3].

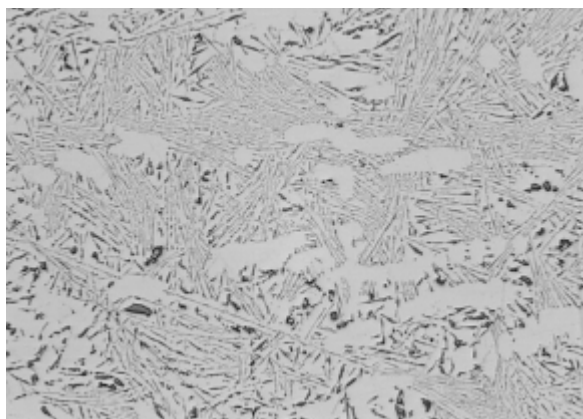


Рисунок 1 – Микроструктуры сплавов, полученных из алюмоматричных композиций, содержащих 20 % от массы алюминия кварцевого стекла после многократного переплава,  
× 110

Полученные результаты позволили сделать вывод, что циклическая температурная обработка (повторный переплав) алюмоматричной композиции позволяет обеспечить эффективный физический контакт между частицами оксида кремния и алюминиевой матрицей, что способствует полному протеканию реакции восстановления кремния. На основании полученных результатов был разработан и предложен новый способ получения алюминиево-кремниевых сплавов.

### Литература

1. Синтез алюминиево-кремниевых сплавов методом прямого восстановления кремния с использованием алюмоматричных композиционных лигатур / А.В. Арабей, И.В. Рафальский // Литье и металлургия. – 2011. – № 3. – С.19–25.
2. Ресурсосберегающий синтез литейных алюминиевых сплавов методом прямого восстановления кремния из металлооксидных композиций / А.В. Арабей // Проблемы недропользования: сборник научных трудов Междунар. форума-конкурса молодых ученых: в 3 ч., Санкт-Петербург, 20–22 апр. 2011 г. / Горный институт им. Г.В. Плеханова: редкол. Л.С. Синьков [и др.]. – Санкт-Петербург, 2011. – Ч. 2. – С. 27–29.
3. Рафальский, И.В. Фазовые превращения в металлооксидных композициях на основе алюминия и оксида кремния / И.В. Рафальский, А.В. Арабей // Литье и металлургия. – 2010. – № 4. – С.100–104.