

из ULTEM 9085 – до 153 °С, а из PPSF – до 189 °С. Максимальные габариты изделия для установки модели Fortus 900 mc - 914 × 610 × 914 мм.

После завершения процесса изготовления элементы поддержки легко отделяются от модели механическим способом или вымываются специальным водным раствором в ультразвуковой или специализированной ванне. Технология, использующая водорастворимую поддержку, носит название WaterWorks™, применяется только компанией Stratasys, и реализована практически во всех производимых ею установках.

УДК 621.74:669.131.6

### **Экспериментальное исследование возможности модифицирования силуминов карбонатом стронция**

Магистрант Русин О.А.

Научный руководитель – Задруцкий С.П.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Термодинамически установлена возможность проведения модифицирующей обработки расплава силумина карбонатом стронция в результате протекания результирующей реакции  $2\text{SrCO}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 2\text{Sr} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CO} + \text{CO}_2$ . Определение рациональных технологических параметров рафинирующей обработки расплава алюминия карбонатом кальция проводилось экспериментальным путем.

Результаты экспериментов свидетельствуют что независимо от способа ввода карбоната стронция в расплав, с уменьшением размеров частиц порошка  $\text{SrCO}_3$ , кинетика процесса модифицирования эвтектического кремния повышается, что, вероятно, связано с увеличением границы раздела  $\text{SrCO}_3\text{-Al}$ . Необходимо отметить эффективность интенсивного замешивания в расплав силумина порошка карбоната стронция при помощи импеллера или шумовкой. При использовании импеллера усвоение стронция происходит быстрее, чем при замешивании шумовкой. Так, получение полностью модифицированной структуры эвтектического кремния наблюдается после замешивания в расплав порошка карбоната стронция с размером частиц 60 мкм в количестве 0,5 % от массы обрабатываемого металла импеллером и вручную шумовкой в течение 3 и 5,4 мин соответственно. Модифицирование силумина путем ввода карбоната стронция на зеркало расплава нецелесообразно из-за низкой кинетики процесса. Так, после 30-ти минутной выдержки структура эвтектического кремния является частично модифицированной, причем с увеличением времени выдержки интенсивность перехода стронция в расплав снижается, что, вероятно, связано с утолщением оксидной пленки, являющейся изолятором на границе  $\text{SrCO}_3\text{-Al}$ . При вводе карбоната стронция в расплав с помощью погружного колокольчика наблюдается очень слабый барботаж, что говорит о низкой кинетике реакции  $2\text{SrCO}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Sr} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CO} + \text{CO}_2$ . Данное явление, вероятно, связано с накоплением в полости колокольчика в объеме порошка  $\text{SrCO}_3$  продуктов реакции  $\text{SrCO}_3$  с  $\text{Al}$ .

Одним из возможных путей повышения эффективности обработки расплава карбонатом стронция при использовании колокольчика является смешивание  $\text{SrCO}_3$  с соединениями, обеспечивающими непрерывную экстракцию продуктов реакции карбоната с алюминием из колокольчика в ходе модифицирования. Таким соединением может являться карбонат кальция. Такой путь решения проблемы отличается простотой, вместе с тем может позволить использовать универсальный и широко распространенный в практике литейного производства колокольчик.

Для определения рациональных технологических параметров модифицирования силумина порошкообразным карбонатом стронция, ввод его в расплав проводился в интервале температур 943...1143 К при расходных характеристиках 0,3 %, 0,4 %, 0,5 %, 0,6 %, 0,7 %, 1,0 % от массы обрабатываемого металла и размерах частиц 20, 30, 40, 50, 60 мкм.

Установлено, что дисперсность карбоната стронция и температура обработки расплава в исследуемом диапазоне не оказывают существенного влияния на модифицирующую способность SrCO<sub>3</sub>. Полностью модифицированная структура эвтектики, соответствующая 125 x 10<sup>3</sup> включений эвтектического кремния на 1 мм<sup>2</sup> площади шлифа и переохлаждению при кристаллизации 7,5 К наблюдается при добавках порошкообразного SrCO<sub>3</sub> с размером частиц от 20 до 60 мкм в количестве 0,5 % и выше от массы обрабатываемого расплава для всех рассмотренных температур.

УДК 621.74:669.131.6

### **Термодинамика модифицирования силуминов карбонатом стронция**

Студент гр. 104118 Скуратович А.З.

Научный руководитель – Задруцкий С.П.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

С точки зрения разработки экологически безвредной модифицирующей присадки для изменения морфологии эвтектического кремния в силуминах, обладающей длительным модифицирующим эффектом и относительно невысокой стоимостью, представляет интерес изучение модифицирующего действия карбоната стронция. Необходимо заметить, что литературные данные по использованию карбоната стронция в качестве модификатора эвтектического кремния в силуминах носят разрозненный характер, отсутствует термодинамическое рассмотрение поведения SrCO<sub>3</sub> в расплаве силумина, однако, все авторы подтверждают модифицирующее действие SrCO<sub>3</sub> на включения эвтектического кремния.

В связи с вышесказанным, представляло интерес проведение термодинамического моделирования вероятных химических и фазовых превращений в системе SrCO<sub>3</sub>-Al-Si. Моделирование проводилось на основе минимизации изобарно-изотермического потенциала и максимизации энтропии системы при учете всех потенциально возможных в равновесии индивидуальных веществ при различных температурах и давлениях. В процессе термодинамического моделирования рассматривались результирующие реакции перехода стронция из его карбоната в расплав силумина:  $2\text{SrCO}_3 + 2\text{Al} = 2\text{Sr} + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{CO} + \text{CO}_2$  и  $\text{SrCO}_3 + \text{Si} = \text{Sr} + \text{SiO}_2 + \text{CO}$ .

Исследуемые температурный диапазон и область давлений, выбирались исходя из реальных производственных условий. Так, температура модифицирующей обработки расплавов на основе алюминия, как правило, находится в пределах 943...1173 К, причем нижняя граница лимитирована началом образования твердой фазы и снижением скорости протекания конвекционных процессов в расплаве, а верхняя- увеличением энергоемкости плавки, повышением газонасыщения, интенсификацией окисления компонентов расплава и модифицирующих элементов при перегреве. Область исследуемого диапазона давлений находится в пределах 101,33...125,45 кПа. Нижнее значение соответствует давлению на зеркале расплава, а верхнее регламентируется глубиной погружения колокольчика с рафинирующим реагентом (в данном случае – с карбонатом стронция) в расплав, которая, как правило, не превышает 1,0 м, и рассчитано для нижней границы температурного интервала (943 К), которой соответствует наиболее высокое значение плотности расплава силумина эвтектического состава (2462 кг/м<sup>3</sup>) в исследуемом диапазоне температур.