Модифицирование литейных сплавов

Шамбер Андрей Иванович
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
Институт цветных металлов и материаловедения
Кафедра металлургии цветных металлов
Россия, г. Красноярск 2020

Различают два рода модификаторов (по М.В. Мальцеву): I род — модифицирование тугоплавкими частицами (инокуляция); II род — модифицирование поверхностно-активными элементами (лимитация). В первом случае используют правило Данкова-Конобеевского (принцип размерно-структурного соответствия) и электронную теорию Ламихова-Самсонова (акцептирующий критерий 1/Nn). К модификаторам алюминия 1-го рода относят Ti, Zr, V, TiC, TiB2 и др.; к модификаторам алюминия 2-го рода — B, Sr, Sb, Ba и др.

По-прежнему большое внимание исследователей уделяется вопросам модифицирования алюминиевых сплавов и разработки новых составов модификаторов с металлической матрицей. В данном направлении в основном изучается влияние лигатур Al—Ti и Al—Ti—B различных составов. Отмечается, что перспективными модификаторами для алюминиевых сплавов являются лигатуры Al—6Ti—0,02C, Al—3Ti—0,15C, Al—1Sc, Al—2Sc, а также лигатуры более сложных составов Al—Ti—C—Sr, которые воздействуют одновременно на кристаллы кремния и дендриты алюминия в силуминах.

В литейных сплавах присутствуют примеси Fe и Si, которые образуют нерастворимые в α-твердом растворе фазы, снижающие пластичность и другие свойства сплавов. Кремний, при формировании эвтектики, выделяется в виде грубых кристаллов игольчатой и пластинчатой формы, в свою очередь Fe-содержащие фазы имеют грубокристаллическое строение, что снижает механические свойства сплава.

Отрицательный эффект от Fe-содержащих фаз может быть уменьшен при их содержании в интервале 0,1–0,3 об.% и повышением дисперсности кремниевой эвтектики и Fe-содержащих фаз за счет модифицирования сплава.

Применяемые для модифицирования натрийсодержащие флюсы не всегда обеспечивают требуемый уровень механических свойств, ухудшают жидкотекучесть и обладают кратковременным модифицирующим эффектом (возобновление модифицирования через каждые 30 мин; потерей модифицирующего эффекта после рафинирования, фильтрации). Поэтому на практике натрийсодержащие флюсы стараются заменить модификаторами длительного действия, в частности стронцием.

Преимущества стронция перед натрием связаны, прежде всего, с более длительным сохранением модифицирующего эффекта, в том числе после переплавов. Температура модифицирования стронцием 750 — 770 °С. Для введения стронция в расплав используется два основных способа:

— стронцийсодержащие лигатуры с различными металлами;

— различные модифицирующие и рафинирующие флюсы, включающие соли стронция.

В доэвтектических и эвтектических силуминах стронций не только изменяет размер игольчатой фазы, но и сфероидизирует ее (рисунок 1).

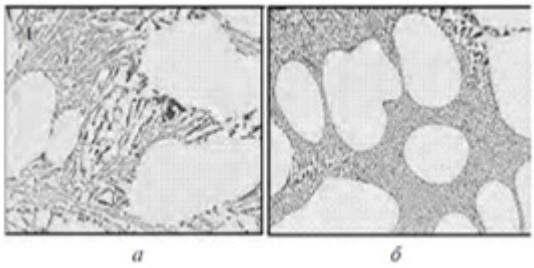

Рисунок 1 — Немодифицированная (а) и модифицированная (б) микроструктура сплава системы Al—Si, × 400

В результате значительно повышается пластичность отливок. Оптимальным считается добавление стронция в качестве лигатуры Al—Sr или Al—Si—Sr, которая также измельчает эвтектику Al—Sr и позволяет получить отливки с прочностными свойствами, сравнимыми со свойствами, получаемыми при использовании натрия. Стронций, как правило, добавляют в количестве 0,014–0,040 % (140–400 ppм).