

Модифицирование деформируемых алюминиевых сплавов системы Al-Mg-Si

Студент гр. 104117 Нестеренко В.А.
Научный руководитель – Неменёнок Б.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В производстве слитков из алюминиевых сплавов, легированных магнием и кремнием, особое внимание уделяют операции модифицирования, так как она позволяет за счет получения требуемых характеристик структуры не только заметно улучшить технологичность металла при литье, гомогенизации, прессовании, но и исключить ряд дефектов слитков и деформированных полуфабрикатов, способствуя тем самым снижению производственных затрат.

При разработке технологии модифицирования необходимо учитывать, что на измельчение зерна и эвтектических фаз кристаллизационного происхождения в слитках из алюминиевых сплавов, легированных магнием и кремнием, оказывают влияние:

- 1) Модифицирующие свойства лигатуры, определяемые размером и распределением частиц, являющихся зародышами кристаллизации, ее удельный расход и способ введения в расплав.
- 2) Химический состав сплава, характеризующийся степенью легированности, а также присутствием титана, циркония, хрома, ванадия.
- 3) Состав шихтовых материалов, используемый для приготовления плавки.
- 4) Способ рафинирования расплава.
- 5) Условия кристаллизации слитка, зависящие от его размеров и формы, способа разлива и режимов литья.

Поэтому выбор оптимальной технологии модифицирования, обеспечивающей достижение наилучшего модифицирующего эффекта при минимальных затратах на операцию, производится для каждого конкретного производства. При этом следует исходить из следующих принципов:

- 1) Отказ от модифицирования расплава в печи, что позволяет снизить издержки производства за счет экономии лигатуры и повышения эффективности работы печного оборудования.
- 2) Применение внепечного модифицирования лигатурами в форме прутка с непрерывной подачей его в расплав при переливе из раздаточной печи в литейную машину.
- 3) Оптимизация удельного расхода модификатора. При недостаточном количестве активных для зародышеобразования частиц увеличивается склонность слитков к образованию столбчатой структуры и горячих трещин (в частности, при повышенных скоростях литья). При избыточном количестве имеет место незначительное дальнейшее уменьшение размера зерна при существенном увеличении склонности к образованию грубых интерметаллидных включений при применении лигатур AlTiB и неоправданный рост затрат.
- 4) Отказ от применения хлора в устройствах для продувки потока жидкого металла рафинирующим газом, позволяющий снизить риск образования конгломератов боридных включений и их появления в металле слитков.

5) Оптимизация температурного режима модифицирования. Модифицирующая способность лигатур возрастает с понижением температуры расплава, но повышенные температуры способствуют ускорению растворения прутка. Поэтому температуру обработки выбирают с учетом компромисса: обычно ее принимают равной верхнему пределу температуры литья слитков из данного сплава, увеличенному на величину ее потерь на последующем после введения прутка участке перелива расплава. Следует отметить, что в практике многокристаллизаторного литья слитков особое внимание следует уделять способам уменьшения потерь тепла на литейном столе. Если разница в температурах расплава, поступающего в различные кристаллизаторы, будет слишком велика, возникает опасность получения в слитках одной плавки разных структур, особенно при использовании модификаторов с повышенной температурной чувствительностью.

Модифицирующие лигатуры выпускают в форме прутков диаметром, как правило, 9,7 мм, смотанных в бухты массой 180 – 450 кг, рубленых в меру прутков длиной 50 см (масса 100 г) или 100 см (масса 200 г), чушек в виде вафельных пластин массой около 7 кг, рубленых брусков массой 0,5 и 2,5 кг. Модифицирующие лигатуры AlTiC выпускают только в форме прутков.

Основные требования к качеству модифицирующих лигатур заключаются в гарантированном обеспечении постоянства химического состава и равномерного по объёму распределения фаз. В металле должны отсутствовать оксидные загрязнения металла, а поверхность – быть чистой без грубых оксидных плен и следов коррозии. Требования к геометрии заключаются в постоянном по длине бухты диаметре прутка и его круглом сечении.

В производстве слитков наиболее широкое применение нашли лигатуры в форме прутка: они составляют примерно 80 % от объёма выпуска модифицирующих лигатур. Это обусловлено, с одной стороны, более высоким качеством модификаторов в форме прутка и, с другой стороны, несомненными преимуществами непрерывного процесса модифицирования по сравнению с модифицирующей обработкой расплава в печи.

Лигатура AlTi₅V₁ является наиболее известной и популярной как у производителей слитков, так и производителей фасонного литья. При использовании этой лигатуры в форме прутка удельный расход составляет:

1. При литье слитков для прессования: 0,5 – 2 кг/т;
2. При литье слитков для прокатки: 0,5 – 1,5 кг/т;
3. При литье листов и полос на машинах непрерывного литья: 1 – 3 кг/т;
4. При производстве отливок из литейных сплавов: 1 – 5 кг/т.

Уменьшенный расход модификатора при литье слитков (0,5 кг/т) может быть связан с вовлечением в шихту рециклированного алюминия, уже содержащего какое-то количество активных для зародышеобразования частиц. Увеличенный же расход при обработке литейных сплавов (5 кг/т) обусловлен “отравлением” модификатора при выдержке в сплавах, содержащих более 3% кремния.