

Плавка алюминиевых сплавов

Студент гр. 10404220 Моргунов Е.А., Пугач М.В.
 Научный руководитель - Садоха М.А.
 Белорусский национальный технический университет

Алюминиевые литейные сплавы обладают высокой удельной прочностью (σ / ρ) (большей, чем у углеродистых сталей), высокой коррозионной стойкостью, достаточно высокими тепло- и электропроводностью.

Кроме того, сплавы на основе алюминия имеют хорошие технологические литейные свойства, легко обрабатываются. Именно этими обстоятельствами объясняется применение алюминиевых сплавов во всех отраслях промышленности, особенно в авиации и автостроении.

Некоторые из наиболее распространенных литейных алюминиевых сплавов включают в себя [1-4]:

- Алюминий-кремний (Al-Si) - применяется для изготовления картеров двигателей и других литых деталей, таких как насосы и фланцы.

- Алюминий-медь (Al-Cu) - обладает высокой прочностью и устойчивостью к коррозии, применяется для изготовления летательных аппаратов, корпусов для морских судов и других жестких конструкций.

- Алюминий-магний (Al-Mg) - обладает высокой прочностью и легкостью, применяется в авиационной и автомобильной промышленности для изготовления крыльев, деталей шасси и других легких деталей.

- Алюминий-цинк (Al-Zn) - применяется для изготовления деталей, требующих высокой прочности и жесткости, таких как рулевые колонки, рамные соединения и другие.

Все литейные алюминиевые сплавы в жидком состоянии интенсивно растворяют газы и окисляются. При их затвердевании газы выделяются из расплава и образуют газовую и газосадочную пористость, которая снижает механические свойства и герметичность отливок. Образующаяся на поверхности расплава пленка оксидов при заполнении формы может разрушаться и попадать в тело отливки, снижая ее механические свойства и герметичность. При высоких скоростях движения расплава в литниковой системе пленка оксидов, перемешиваясь с воздухом, образует пену, которая попадает в полость формы, приводя к образованию дефектов в теле отливки.

В качестве шихтовых материалов используют первичный алюминий и силумин в чушках, сплавы алюминиевые в чушках, возврат, лом и отходы, а также лигатуры. Приготовление лигатур производится с целью введения в алюминиевый сплав тугоплавких компонентов (Cu, Ni и др.) или активных легкоокисляющихся компонентов с минимальными потерями (табл. 1).

Таблица 1 – Характеристика двойных алюминиевых лигатур

Лига-тура	Содержание легирующего компонента	Температура плавления лигатуры, °С	Температура расплава при введении легирующей добавки, °С
Al – Cu	45...50	575	750
Al – Mn	10	780	850...900
Al – Ni	20	780	850...900
Al – Ti	3...4	800...850	1200...1300
Al – Mg	9...11	560...640	700...750

Лигатуры можно готовить в любой плавильной печи. Тугоплавкие лигатуры (Ti, Be, Zr, Cr) плавят в графитовых тиглях. При приготовлении всех лигатур сначала плавят алюминий, а затем небольшими порциями вводят легирующую добавку при определенной температуре (табл. 1). Плавку ведут под покровным флюсом. Расплав перемешивают для более быстрого усвоения легирующих добавок, после чего рафинируют.

Расчет шихты при плавке алюминиевых сплавов производится методом подбора или аналитическим методом с учетом угара элементов.

Загрузка шихтовых материалов обычно производится в следующей очередности: чушковый алюминий, крупногабаритный лом, переплав, лигатуры. Цинк вводят перед магнием. Материалы, вводимые в жидкий расплав, необходимо подогреть до температуры 150...200°C во избежание выброса металла. Медь вводят в расплав при температуре 740...750°C. Материалы, имеющие малую плотность, вводят в колокольчике.

Исходя из того, что поглощение газов интенсифицируется с увеличением температуры, плавку алюминиевых сплавов рекомендуется вести форсированно и при оптимальных температурах (табл. 2).

Таблица 2 – Температурные режимы плавки алюминиевых сплавов

Марка сплава	Температура, °C	
	перегрева	заливки
Al – Si	730...750	700...710
Al – Si – Mg	750	680...720
Al – Cu	740...780	690...730
Al – Cu – Si	750	680...730
Al – Cu – Zn	700—750	670—710

Расплав защищают от взаимодействия с атмосферой покровным флюсом.

Сплавы системы Al – Si – Cu плавят также в газовых печах. Шихта для газовых печей состоит из 40 % сплава в чушках и 60 % возврата, плавку ведут под покровным флюсом при температуре в газовой печи 850°C, сам сплав не перегревают выше 780°C; готовый сплав из плавильной печи выпускают через летку по желобу в печь ожидания, откуда при помощи пневмоперекачивающего устройства его подают в ковш. В ковше с помощью колокольчика, в который помещают дегазирующую таблетку, металл рафинируют. Во время транспортировки ковша поверхность металла закрывают покровным флюсом. Из ковша сплав заливают в раздаточные печи, где он также находится под покровным флюсом.

Плавка алюминий-магниевого сплава (с 9,5...11,5% Mg) имеет ряд особенностей. В качестве шихтовых материалов используют алюминий высокой чистоты А995, А99, А97, А95, магний и лигатуры: Al–Be, Al–Ti, Al–Zr, а также возврат собственного производства.

В чистый прогретый до 700°C тигель загружают чушки алюминия и лигатуру Al–Be, после расплавления и перегрева металла до 700°C вводят лигатуры Al–Ti и Al–Zr. После расплавления всей загрузки сплав очищают от шлака, тщательно перемешивают и с помощью колокольчика, изготовленного из титана, вводят магний. Перегрев сплава выше 750°C не допускается. При наличии в сплаве бериллия и титана плавку можно вести без защитного флюса. В остальных случаях применяют покровные флюсы № 4 – 6 (см. табл. 6. 1). Появление на поверхности зеркала металла темно-бурых пятен указывает на то, что сплав окисляется. Черный налет на поверхности отливок или темный цвет на изломе образцов свидетельствуют о превышении температуры перегрева сплава выше нормы. После ввода всех компонентов сплав рафинируют флюсами № 8 и 9 (см. табл. 6. 1), затем снимают шлак и производят заливку

форм. Заливка сплава по формам осуществляется в интервале температур 660...770°C в зависимости от толщины стенки отливок.

При плавке сплавов Al–Mg, содержащих более 3...4 % Mg, следует иметь в виду, что эти сплавы не только склонны к поглощению кислорода, водорода, но и взаимодействуют с азотом воздуха и с печной атмосферой. Для предотвращения образования нитридов применяют специальные флюсы, которые в своем составе, наряду с другими хлоридами, содержат обязательно хлорид магния, препятствующий выгоранию магния.

Во время плавки необходимо контролировать температуру расплава и содержание газов в металле, которые определяют по технологическим пробам, а также методом вакуумной экстракции. На заключительной стадии получения алюминиевых сплавов проводят их модифицирование.

Список используемых источников

1. Волочко А. Т., Садоха М. А. Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий. - Минск: Беларус. навука, 2011. - 387с.
2. Литейные сплавы и плавка / А. П. Трухов, А. И. Маляров, 2004.
3. Садоха, М. А. Литейные сплавы и плавка: учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-36 02 01 «Машины и технология литейного производства» / М. А. Садоха, Ф. И. Рудницкий, В. А. Калиниченко. – Минск: БНТУ, 2022. – 120 с.
4. Цыганов В. А. Плавка цветных металлов в индукционных печах. – М. : Metallurgia, 1974