

Студент гр. 10404129 Коршак В.Е.  
Научный руководитель Садоха М.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Для получения расплава алюминия и сплавов на его основе применяют следующие плавильные агрегаты: топливные печи (тигельные, отражательные (подовые), вращающиеся, шахтные) и электрические печи (печи сопротивления, индукционные печи) [1, 2]. Топливные печи обычно используются при небольших объемах производства.

Плавка большинства алюминиевых сплавов проста. Плавка происходит под флюсом. Шихтовые материалы загружаются в следующем порядке: чушковый алюминий, крупногабаритные отходы, переплав, лигатуры (чистые металлы). В жидкий металл при температуре не выше 730 °С допускается загрузка сухой стружки и малогабаритный лом.

Легирующие элементы, кроме магния, цинка, в отдельных случаях и меди, добавляют в виде лигатур. Медь добавляют в расплав, когда температура составляет 740–750 °С, кремний – при температуре 700–740 °С при помощи колокольчика. Цинк добавляют до магния, как правило его обычно добавляют перед сливом металла. Максимум допускаемый перегрев для литейных сплавов 800 - 830 °С, а для деформируемых сплавов 750–760 °С.

Как правило при плавлении мелких порций литейных сплавов в тигельных печах защитные флюсы не используют.

В процессе плавки алюминий на воздухе окисляется. Главными окислителями оказываются кислород, а также пары воды. Образование оксида алюминия  $Al_2O_3$ , а также  $Al_2O$  и  $AlO$  зависит от температуры и давления газов, кроме этого, кинетические условия взаимодействия окисления алюминия. Прочная и в тоже время плотная пленка оксида образуется в результате окисления твердого и жидкого алюминия на поверхности, толщина этой пленки равна 0,1–10 мкм, толщина пленки будет зависеть от продолжительности выдержки и температуры. В процессе достижения максимальной толщины практически прекращается окисление, из-за того, что через пленку диффузия кислорода сразу замедляется.

**Рафинирование расплавов.** Важной операцией при плавке сплавов является рафинирование расплава от растворенного водорода, а также неметаллических включений [1–4].

Основные способы очистки сплавов от растворенного водорода, а также неметаллических включений используют фильтрования через зернистые, а также сетчатые фильтры, отстаивание, продувку газами (инертным, активным), использование хлористых солей и флюсов, электрофлюсовое рафинирование, а также вакуумирование.

В качестве самостоятельного метода *отстаивание* используют из-за того, что разность плотностей очень большая, а размер частиц не маленький. Процесс не очень эффективен так как рафинирование протекает медленно и требуется повышенный расход топлива.

Очистка расплава *продувкой инертными или активными газами* заключается в двух этапах: диффузия растворенного газа в пузырьки продуваемого газа и флотирующих действия пузырьков по связи к мельчайшим газовым пузырькам, а также включения. В зависимости от размера пузырьков чем меньше, тем лучше, тем более равномерно они распределяются по объему расплава поэтому в данном способе рафинирования происходит успешней.

В литейных цехах часто используют продувку расплавов газами для производства слитков.

Продувка происходит в футерованных коробках, коробки устанавливаются в месте перелива металла в кристаллизатор. Гелий, хлор, аргон, а также азот используют для рафинирования алюминиевых сплавов.

Продувка аргоном или азотом происходит при температуре 720–730 °С. От объема расплава зависит продолжительность продувки и варьируется в пределах 5–20 мин.

*Очистка алюминиевых расплавов флюсами* используется при плавке деформируемых, а также литейных сплавов. В процессе очистки используют разные флюсы на основе щелочноземельных металлов с добавками фтористых солей (криолита, плавикового шпата, фтористых натрия и калия) а также хлористых солей щелочных. Флюсы заранее выплавляют и высушивают в ко-ве 0,6-1% от массы металла затем их размещают на поверхность расплава при температуре 720 °С. Далее флюсы энергично перемешивают на протяжении 5 минут, затем удаляют шлак и оставляют расплав на 35 минут. Затем шлак удаляют повторно и расплав можно применять для заполнения литейных форм. «Колокольчик» используют для введения флюса на дно расплава при обработке большого количества металла.

Хороший уровень дегазации достигается путем *вакуумирования*. Данный способ чаще всего применяют в фасоннолитейных цехах. Суть процесса заключается в том, что расплавленный металл переливают в ковши, который потом перемещают в вакуумную камеру. В вакуумной камере металл находится на протяжении 20 минут, температура расплава составляет 730 °С, а остаточное давление составляет 1330 Па.

В последнее время для очистки алюминиевых сплавов все чаще используют *зернистые, пористые, а также сетчатые* фильтры. Для очистки расплава от больших включений рекомендуется выбирать сетчатый фильтр. С помощью сетчатых фильтров можно отделять включения размер, которых больше ячейки. Фильтры из стеклоткани располагают в раздаточных тиглях, литниковых каналах, а также кристаллизаторах и распределительных коробках. Их использование позволяет уменьшить содержание неметаллических включений и пленок в 2 раза.

Для достижения лучшего эффекта стоит использовать зернистые фильтры. Его главной особенностью является наличие тонких и длинных каналов переменного сечения, а также большая площадь соприкосновения с металлом. Очистка расплава от включений через зернистый фильтр осуществляется адгезионными и механическими процессами.

*Электрофлюсовое рафинирование* – это самый эффективный метод очистки алюминиевых расплавов. Суть данного процесса заключается в пропускании через слой флюса тонкий струй расплава, также наложением на флюс и металл переменного тока или постоянного, благодаря этому создаются лучшие условия для адсорбции включений флюсом, из-за уменьшения межфазного натяжения на границе с металлом.

**Модифицирование сплавов.** Модифицирование сплавов проводится для измельчения макрозерна и различных фаз, и для придания им благоприятной формы.

Существуют различные способы модифицирования алюминиевых сплавов.

Чаще всего на практике применяют комплексный метод рафинирования и модифицирования алюминиевых сплавов, включающий обработку расплава смесью солей фтористого калия и хлористого калия совместно с фтористым натрием и/или натриевым криолитом в количестве 2-3% от веса расплава. Такой подход упрощает технологию и снижает затраты на рафинирование и модифицирование, но герметичность отливок остается низкой, поскольку нет интенсивного измельчения зерна, поскольку реализован механизм модифицирования второго рода, т.е. за счет торможения роста зерен, а не увеличения количества центров кристаллизации.

Доэвтектические и эвтектические силумины модифицируют для измельчения кристаллов эвтектического кремния. Для этого вводят 0,05... 0,1 % натрия или стронция в виде солей на поверхность металла, очищенную от шлака. В результате реакций, происходящих в металле, выделяется натрий, который оказывает модифицирующее воздействие.

Известен способ получения отливок из алюминиевых сплавов, включающий использование для модифицирования расплава ультрадисперсных порошков сфен-циркона (смесь оксидов циркония, ниобия и титана). Этот способ гарантирует повышение прочности и пластичности отливок, но их герметичность остается на плохом уровне.

#### **Список использованных источников**

1. Литейные сплавы и плавка / А. П. Трухов, А.И. Маляров, 2004.
2. Волочко А.Т., Садоха М.А. Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий. - Минск: Беларус. навука, 2011. - 387с.
- 3.[Электронный ресурс] <https://metal-archive.ru/liteynoe-proizvodstvo/1152-osobennosti-plavki-alyuminievyh-splavov.html> Дата доступа: 27.03.2022.
- 4.[Электронный ресурс] <https://findpatent.ru/patent/201/2016112.html> Дата доступа: 27.03.2022.