

Студент гр. 10404120 Ткач Н.В.  
Научный руководитель - Садоха М.А.  
Белорусский национальный технический университет

Литейные алюминиевые сплавы в основном содержат от 85% до 99% алюминия, а также могут включать различные добавки других металлов, таких как медь, магний, кремний, цинк и др. В зависимости от состава сплава, они обладают различными свойствами, такими как прочность, коррозионная стойкость, способность к термической обработке и другие.

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. Образуемая 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.

Существует несколько основных способов литья алюминиевых сплавов: литье под давлением; литье в песчаные формы; центробежное литье; литье по выплавляемым моделям.

Процесс литья металла в кокиль состоит из нескольких этапов [1-2]:

1. Подготовка кокиля. Кокиль очищается от остатков песчаных стержней, проверяется состояние окраски рабочей поверхности (при необходимости выполняется окраска). Разделительное покрытие выполняет несколько функций. Во-первых, позволяет управлять теплоотводом от отливки и процессом ее кристаллизации и охлаждения, а во-вторых, это обеспечивает получение высокого качества поверхности отливки.

2. Нагрев кокиля. Перед первым использованием кокиля его всегда нагревают до рабочей температуры. При алюминиевом литье это, обычно, около 200-250 °С. Это необходимо для того, чтобы обеспечить лучшее заполнение рабочей полости кокиля расплавом и снижения вероятности образования усадочных дефектов в отливке при кристаллизации.

3. Подготовка расплавленного металла. Металл плавится, а затем расплав очищают от окислов, шлака и других неметаллических примесей.

4. Заливка металла в кокиль. Расплавленный металл заливают в кокиль через литниковую систему. Существует несколько способов заливки металла, включая ручную, механическую и автоматическую.

5. Охлаждение. После заливки металла в кокиль отливка кристаллизуется и остывает, затем извлекается из кокиля.

Оптимальная температура заливки расплава зависит как от химического состава сплава, так и от геометрических особенностей отливки (конфигурации, толщины стенки, размеров и т. п.).

Продолжительность выдержки отливки в кокиле зависит от ее размеров и массы. Обычно отливки охлаждают в форме до температуры около 400 °С.

Преимущества литья в кокиль:

- Высокая точность изготовления деталей.
- Возможность изготовления сложных и больших изделий.
- Низкая стоимость материалов и оборудования.
- Масштабируемость производства.

Недостатки литья в кокиль:

- Большие затраты на проектирование и изготовление кокиля.
- Высокая стоимость оборудования и необходимость его технического обслуживания.
- Необходимость использования специализированного оборудования и квалифицированных специалистов.
- Возможность появления дефектов на поверхности изделий (волновая поверхность, заусенцы и др.).

При производстве отливок литьем в кокиль высока вероятность дефектов – трещин, образующихся в результате высоких внутренних напряжений в металле, которые, в свою очередь, являются следствием затрудненного процесса усадки на этапе затвердевания алюминиевого литья.

Отливки из алюминия в кокиль используются в различных отраслях промышленности, включая автомобильное, литейное, электротехническое производства и т. д.

Конструкция кокиля выбирается на этапе разработки литейной технологии. В зависимости от конфигурации и индивидуальных особенностей алюминиевого литья, кокиль может содержать различное число формообразующих частей (чаще одну или две, но может и больше).

Плоскость разъема кокиля может быть вертикальной, горизонтальной или комбинированной (криволинейной).

Стержни, необходимые для формирования полостей и отверстий отливки, в кокилях могут применяться как песчаные, так и металлические (при возможности извлечения).

С целью управления кристаллизацией, обеспечения направленного затвердевания отливок при литье в кокиль зачастую применяют принудительное охлаждение.

Кокиль может быть одноместным или многоместным, например, за одну заливку может заливаться сразу несколько литых алюминиевых заготовок.

В целом, литье в кокиль алюминиевых сплавов является эффективным и высокотехнологичным методом производства высокоточных деталей. Важно учитывать все преимущества и недостатки данного метода при выборе технологии производства в конкретной отрасли.

### **Список используемых источников**

1. Волочко А. Т., Садоха М. А. Алюминий: технологии и оборудование для получения литых изделий. - Минск: Беларус. навука, 2011. - 387с.
2. Литье в кокиль / Бураков С. Л., Вейник А. И., Дубинин Н. П. [и др.]. - М. : Машиностроение, 1980.
3. Литейные сплавы и плавка / А. П. Трухов, А. И. Маляров, 2004.
4. 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.