

Недужий А.М., Пригунова А.Г.

(ФТІМС НАН України, м. Київ)

ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ЛИВАРНИХ АЛЮМІНІЄВИХ СПЛАВІВ ТИПУ ВАЛ В МАШИНОБУДУВАННІ

E-mail: onmlptima@ukr.net

В машинобудуванні найбільш широко використовуються високоміцні ливарні алюмінієві сплави типу ВАЛ систем: Al-Cu-Mn-Cd-Ti (AM4,5Кд (ВАЛ10), ВАЛ14, ВАЛ18), Al-Si-Cu (ВАЛ8 (AK8M3ч)), Al-Zn-Mg-Cu (ВАЛ12), Al-Mg (ВАЛ16) та ін. [1-5, 7-10].

В роботі [1] відзначається, що сплави на основі системи Al-Cu (наприклад, ВАЛ1 та ВАЛ10) характеризуються широким температурним інтервалом кристалізації. В структурі цих сплавів мало евтектики – все це визначає їх знижені ливарні властивості: малу рідкоплинність, велику лінійну усадку (1,25...1,35%) і схильність до утворення гарячих тріщин при утрудненій усадці виливків. В [2] зазначено, що в кінці 70-х років в цехах алюмінієвого литва широко застосовувалися перші високоміцні сплави ВАЛ1 та ВАЛ5 (AL34). На основі системи Al-Cu-Mn-Cd були розроблені сплави ВАЛ10 (AM4,5Кд) і ВАЛ14, а на основі системи Al-Mg-Zn – ВАЛ12. При цьому вказується, що сплав ВАЛ12 – найбільш високоміцний серед існуючих ливарних сплавів. Найбільш розповсюдженим в ливарних цехах авіабудівних підприємств є сплав AM4,5Кд (ВАЛ10). Сплав ВАЛ8 (AK8M3ч) застосовують в автомобільній і електротехнічній промисловості для виробництва тонкостінних, крупногабаритних та складних за конструкцією герметичних деталей [3].

В роботі [4] стверджують, що найбільш перспективними є сплави ВАЛ12, ВАЛ14, ВАЛ16. Найбільш високоміцний ливарний сплав ВАЛ12 (Al-Zn-Mg-Cu) може успішно конкурувати не тільки з алюмінієвими сплавами, що деформуються, але і з маловуглецевими сталями, бронзами та латунями. Температура експлуатації деталей із сплаву ВАЛ12 може досягати 200 °С (тривалий час) і 250 °С (короткочасно). Високоміцний і жароміцний сплав ВАЛ14 (Al-Cu-Mn) має високі ха-

рактеристики міцності і пластичності, які необхідні для виливків, що несуть динамічні та вібраційні навантаження. Корозійностійкий сплав ВАЛ16 (Al-Mg), який зварюється, призначений для виробництва виливків, які працюють при тривалих нагріваннях (до 150 °С) і різних кліматичних умовах експлуатації. В [5] відзначається, що сплав АМ4,5Кд (ВАЛ10) системи Al-Cu-Mn-Cd-Ti найбільш широко застосовується в авіа- та ракетобудуванні. Алюмінієвий сплав ВАЛ14 є універсальним високоміцним і жароміцним (до 350 °С) ливарним сплавом широкого застосування. Заслуговує уваги розробка ВІАМ оригінального високожароміцного сплаву ВАЛ18, робочі температури якого сягають до 400...450 °С.

В роботі [6] зазначено, що висока міцність і пластичність високоміцного алюмінієвого сплаву АМ4,5Кд дозволяє застосовувати його в якості конструкційного матеріалу для силових деталей, які несуть великі навантаження. На механічні властивості, макро- та мікроструктуру сплаву АМ4,5Кд (ВАЛ10) суттєво впливають температура заливки металу і вологість піщаних форм. Збільшення вмісту заліза вище 0,10...0,11% різко знижує не тільки пластичність, але і міцність сплаву АМ4,5Кд. Мідь, кадмій і титан при вмісті вище 4,6%, 0,18%, 0,21%, відповідно, знижують пластичність сплаву і збільшують міцність. В [7] вказується, що із алюмінієвих сплавів, що зварюються, зокрема, Al-Cu та Al-Mg виготовляють планери, бортові системи, шасі, лопаті повітряного гвинта, прилади і елементи внутрішнього оздоблення салону. Автор роботи [8] стверджує, що на основі системи Al-Cu одержані сплави, які об'єднують високу міцність при нормальних і при підвищених температурах. Ці сплави мають у порівнянні з силумінами і магнієвими сплавами недоліки, які полягають в порівняно низькій корозійній стійкості і низьких ливарних властивостях. Відзначається, що сплав АМ4,5Кд (ВАЛ10) необхідно застосовувати в конструкціях летальних апаратів – в сильно навантажених вузлах. Виливки із сплавів АМ4,5Кд (ВАЛ10) і ВАЛ14 знаходять застосування в аерокосмічному комплексі. В роботі [9] зазначено, що високоміцні і жароміцні ливарні алюмінієві сплави системи Al-Cu є затребуваними в промисловості матеріалами, особливо для галузей високотехнологічного машинобудування (авіабудування, енергетика, транспорт), де часто потрібно

поєднати можливість одержання крупногабаритної деталі з можливістю її тривалої експлуатації в умовах підвищених статичних і ударних навантажень при температурах до 300 °С. Одним із найбільш широко використовуваних (як за обсягами, так і за різноманітністю сфер застосування) сплавів системи Al-Cu є сплав АМ4,5Кд.

Таким чином, високоміцні ливарні алюмінієві сплави типу ВАЛ, зокрема сплав АМ4,5Кд (ВАЛ10), який відноситься до системи Al-Cu-Mn-Cd-Ti і широко використовується в авіабудуванні, енергетиці, транспорті, для виготовлення силових деталей, що несуть великі навантаження. В ливарній практиці також набули широкого використання високоміцні ливарні алюмінієві сплави: ВАЛ11, ВАЛ12, ВАЛ14, ВАЛ16 та ВАЛ18. Вказані алюмінієві сплави зазвичай використовують в аерокосмічному комплексі. Високоміцні ливарні алюмінієві сплави типу ВАЛ мають низькі ливарні властивості та низьку корозійну стійкість, а також мають підвищену схильність до утворення гарячих тріщин.

Література:

1. Высокопрочные литейные алюминиевые сплавы. Строганов Г.Б. М.: Металлургия, 1985. – 216 с.
2. Михаленков К.В. Некоторые технологические особенности получения отливок из сплава АМ4,5Кд / К.В. Михаленков, В.Г. Могилатенко, Д.Ф. Чернега, А.А. Жаркая // Процессы литья. – 1999. – № 1. – С. 49-56.
3. Силумины. Атлас микроструктур и фрактограмм промышленных сплавов: Справ. изд./ Пригунова А.Г., Белов Н.А., Таран Ю.Н. и др. – М.: «МИСИС», 1996. – 175 с.
4. Черкасов В.В., Заварзин И.А. Литейные алюминиевые и магниевые сплавы для авиастроения. 1993, ВИАМ/1993-201268. – 9 с.
5. Лебедев В.М., Корнышева И.С. Перспективы производства и расширение применения алюминиевых отливок в авиационно-космической технике. 2001, ВИАМ/2001-203480. – 9 с.

6. Муравьев В.И. Особенности получения качественных отливок из высокопрочного алюминиевого сплава АМ4,5Кд (ВАЛ10) / В.И. Муравьев, В.И. Якимов, М.А. Заплетин, А.И. Евстигнеев, Ри Хосен // Литейщик России. – 2003. – № 1. – С. 9-14.

7. Гуреева М.А. Алюминиевые сплавы в сварных конструкциях современных транспортных средств / М.А. Гуреева, О.Е. Грушко // Машиностроение и инженерное образование. – 2009. – С. 27-41.

8. Шеметев Г.Ф. Алюминиевые сплавы: составы, свойства, применение. Учебн. пособ. по курсу «Производство отливок из сплавов цветных металлов». Часть I (Электронный ресурс). Санкт-Петербург, 2012. – 150 с.

9. Дубоделов В.И. Роль электромагнитных воздействий в процессах получения сплава типа ВАЛ10, не содержащего кадмий. Сообщение 1 / В.И. Дубоделов, В.Н. Фиксен, А.В. Яценко, Н.А. Слажнев, Ю.П. Скоробагатько, М.С. Горюк // Процессы литья. – 2013. – № 6. – С. 48-55.

10. Щербакова Л.Г. Влияние легирования на механические свойства и коррозионную стойкость высокопрочных эвтектических (α -Al+Mg₂Si) сплавов тройной системы Al-Mg-Si / Л.Г. Щербакова, А.В. Криницкий, Н.П. Коржова, Т.Н. Легкая, А.В. Самелюк // Металлофизика и новейшие технологии. – 2017. – Т. 39. – № 9. – С. 1239-1252.

Недужий А.М.

(ФТИМС НАН України, м. Київ)

**ОЦІНКА ФОРМОЗАПОВНЮВАНOSTI ПРИ ТИКСОЛИТТІ
ДОЕВТЕКТИЧНИХ СИЛУМІНІВ**

E-mail: onmlptima@ukr.net

Проведено експериментальні дослідження процесу тиксолиття сплаву АК7ч з використанням заготовок з різною вихідною структурою (дендритною і недендритною – розеткоподібною та глобулярною) первинної фази. Встановлено, що тиксолиття сплаву АК7ч з використанням заготовок з вихідною розеткоподібною