

сталей, визначені основні параметри процесу (температура насичення, тривалість обробки, ступінь дисоціації аміаку).

Недоліки цього методу: велика тривалість процесу насичення (до 100 г); необхідність застосування спеціальних дорогих сталей, що до того ж нетехнологічні на різних етапах виготовлення деталей; низька в порівнянні з деталями контактна міцність; крихкість поверхневого шару і знижена в'язкість азотованих деталей; нестабільність результатів азотування при його реалізації в промисловості.

Серед переваг процесу азотування необхідно відзначити: високу твердість (до 1100–1300 HV), що досягається без гартування; незначну в порівнянні з іншими методами зміцнення деформацію деталі; теплостійкість поверхневого шару до 500–600 °С; високу зносостійкість; корозійну стійкість (особливо в повітряній атмосфері); високий опір стомлюванню.

Іонно-плазмове азотування (ІПА) – це різновид ХТО деталей машин, інструменту, штампової та ливарної оснастки, яка забезпечує дифузійне насичення поверхневого шару сталі азотом в азотно-водородній плазмі при температурах 400–600 °С. Використання ІПА замість газового азотування дозволить зекономити основне обладнання, знизити верстатні й транспортні витрати, зменшити витрати електроенергії та активних газових середовищ.

Встановлено, що іонно-плазмове азотування легованої сталі при температурі 525 °С за 5 годин дає можливість отримати зміцнення поверхневого шару до 11,0 ГПа на глибину 0,35 мм з балом мікрокрихкості від 0 до 1,5 балів.

УДК 669.715 + 541.124

М.В. Кошелєв, А. Г. Пригунова

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ФАЗОВЫЕ И СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ ДОЭВТЕКТИЧЕСКОГО СИЛУМИНА ПРИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ МЕТОДОМ СВС

В работе исследованы фазовые и структурные превращения доэвтектического силумина при термической обработке по специально разработанным режимам, предусматривающих экстремальный характер изменения температуры – режим самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС), сформированного по принципу «химической печки» [1,2]. В таком режиме тепловая энергия от высококалорийной смеси внешнего (вспомогательного) слоя (рис.1) используется для реализации высоких скоростей нагревания ($\sim 10^6$ К/с) внутреннего химически инертного

слоя (образца) до температур плавления и выше. Перевод металла в расплавленное состояние, значительный перегрев расплава и его охлаждение с высокой скоростью создают условия для получения метастабильных структур, пересыщенных растворов и новых соединений непосредственно за время прохождения волны горения. Скорость кристаллизации расплава (образца) после прохождения волны экзотермической химической реакции $10^2 - 10^5$ К/с. близка к скоростям высокоскоростной закалки.

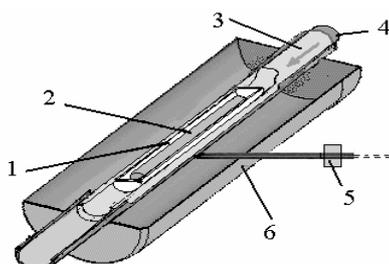


Рис. 1. Принципиальная схема установки для термической обработки в режиме СВС: 1 – кварцевая лодочка; 2 – образец; 3 – реакционная смесь; 4 – запал; 5 – термопара; 6 – защитный кожух

Объектом исследования выбран доэвтектический сплав Al5Si (промышленные сварочные электроды из сплава ER 4043). Данные микроструктурных исследований приведены на рис.2. Они свидетельствуют о значительном модифицирующем эффекте СВС-обработки. Фазовый анализ полученных слитков, проведенный на дифрактометре «ДРОН-3М» в CuK_α излучении, показал, что в процессе СВС-обработки новые фазы по сравнению с равновесной диаграммой состояния не образуются. На ДТА-кривых (см.рис.2), полученных на «Дериватографе Q-1500 D» (МОН Венгрия) со скоростью охлаждения $5^\circ\text{C}/\text{мин}$, присутствуют два последовательных экзотермических пика кристаллизации $\alpha\text{-Al}$ и эвтектики.

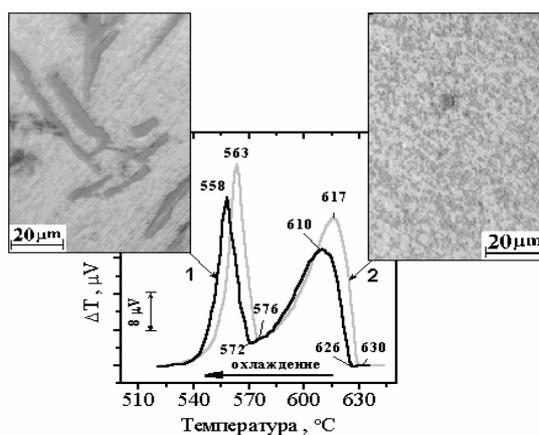


Рис.2. Микроструктура и кривые ДТА кристаллизации образцов исходного (1) и подвергнутого экстремальной температурной обработке (2) сплава Al5Si

Кристаллизация образцов, обработанных в СВС режиме, сопровождается ростом интенсивности экзотермических пиков и расширением температурного диапазона кристаллизации с заметным смещением начала процесса в область более высоких температур.

Учитывая простоту реализации, отсутствие электроэнергетических затрат и высокую производительность метода СВС, а также возможность эффективного измельчения структуры и повышения прочностных характеристик силуминов, можно считать, что такой способ термической обработки имеет большой потенциал для практического использования.

Список литературы

1. Концепция развития СВС как области научно-технического прогресса / Под ред. А.Г. Мержанова. – Черноголовка: Территория, 2003. – 368 с.
2. Самораспространяющийся высокотемпературный синтез: теория и практика / Под ред. А.Е. Сычева. – Черноголовка: Территория, 2001. – 432 с.

УДК 681.3/621.74

В. П. Кравченко¹, Е. В. Кравченко²

¹Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

²МНУЦИТС МОН и НАН Украины

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ

Классическая концепция планирования статистических экспериментов широко используется при решении многих прикладных задач. Однако, усложнение моделей, возникающих при исследовании процессов теплообмена при охлаждении отливки и их многообразии, приводит к необходимости исследовать задачи, выходящие, во многих случаях, за рамки классических подходов. Важным этапом процесса создания новых технологий производства металлических деталей, в частности, при регулировании охлаждения отливок в форме, являются экспериментальные исследования. Поэтому очевидно, что возникает необходимость в разработке математического обеспечения планируемого эксперимента. К тому же необходимо обеспечить