

УДК 669.16.162.266

Т.С. Махмуод (асп., каф. СиС), А.А. Казаков, д.т.н., проф.

ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СОСТАВОВ ТИКСОТРОПНЫХ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ ЦИНКА

Возможность обработки сплавов в полутвердом состоянии была установлена в начале 1970-х годов, однако коммерческое использование технологии полутвердой формовки (SSF) началось лишь в последние десять лет. Наиболее широкое применение SSF находит в автомобильной и авиационной отраслях промышленности [1]. Сплавы металлов в полутвердом состоянии имеют недендритную тиксотропную микроструктуру. Одним из способов глобуляризации структуры является трехступенчатая технология, включающая реолиз (1) повторный нагрев (2) и формовку (3). Наибольший объем исследовательских работ в области SSF технологии был выполнен для алюминиевых и магниевых сплавов. До настоящего времени цинковые сплавы, как полутвердые материалы (SSM), не были широко исследованы, хотя эти сплавы имеют широкое применение для различных металлоконструкций и изделий [2].

Поскольку не каждый сплав может быть получен методами полутвердой SSF технологии, сплавы должны быть выбраны особым образом, в частности, фундаментальной основой такого выбора служит кривая “доля жидкости от температуры” в интервале затвердевания. Наряду с калориметрическими нами предложены методы термодинамического моделирования, которые дают хорошие результаты, что может заметно сократить длительные и дорогостоящие экспериментальные исследования. Наиболее важные параметры на кривой “доля жидкости от температуры” [3]: (1) Температура T_1 , при которой полутвердая смесь содержит примерно 50% жидкости $F_L=50\%$; (2) Температура начала плавления α -твердого раствора T_2 . Это наиболее важный параметр кривой. Точка T_2 должна находиться в окрестности T_1 , а разница $T_1-T_2 \geq 0$ определяет кинетику глобуляризации дендритов во время повторного нагрева; (3) наклон кривой в окрестности точки $F_L=50\%$, $dF/dT(T_1)$; (4) наклон кривой в окрестности точки T_2 , $dF/dT(T_2)$.

В настоящей работе термодинамическое моделирование, использующее коммерческую программу ChemSage 4.1 и термодинамические базы данных SGTE, были использованы для построения кривых “доля жидкости от температуры” и поиска на этой основе перспективных составов Zn-Al сплавов, пригодных для SSF.

В системе Zn-Al образуются эвтектика ($\alpha+\beta$), содержащая 95% Zn и 5% Al. Кривые “доля жидкости от температуры” были построены для доэвтектических Zn-(0-4)%Al, а также заэвтектических Zn-(6-30)%Al сплавов. Обнаружено, что для доэвтектических и заэвтектических сплавов содержание алюминия практически не оказывает влияния на положение точек T_1 и T_2 , однако заэвтектические сплавы обнаруживают более пригодные параметры SSM по сравнению с доэвтектическими сплавами. Например, сплавы, имеющие композицию Zn-16%Al, имеют наклон dF/dT (0.004) при T_1 , что меньше аналогичной характеристики алюминиевого сплава A357 (0.005), который широко используется в технологии SSF. Тогда как наклон кривой для сплава, имеющего композицию Zn-3%Al, при T_1 равняется (0.021). Это характеристика определяет технологические ворота процесса и не

может быть более (0.005). По этой причине за основу для моделирования выбрали бинарную систему Zn-(12-18)%Al, в которую последовательно добавляли “третий и четвертый “ легирующие элементы.

Выбор элемента производился таким образом, чтобы диаграмма состояния этого элемента с цинком была эвтектической, а также вводимый элемент должен улучшать механические характеристики цинковых сплавов. Исследуемый диапазон концентраций выбран на основе информации о содержании этих элементов в коммерческих сплавах цинка. Например, магний и медь повышают прочность и твердость цинка вследствие образования с ним химических соединений. Однако, другие элементы (Cd, Pb, Sn) не оказывают заметного влияния на механические свойства и технологические параметры SSM.

Результаты показывают, что система Zn-(12-14)%Al-(1-2)%Cu-(0-0.08)%Mg имеет наилучшие параметры SSM. На рис. 1. представлены результаты расчетов для этой системы.

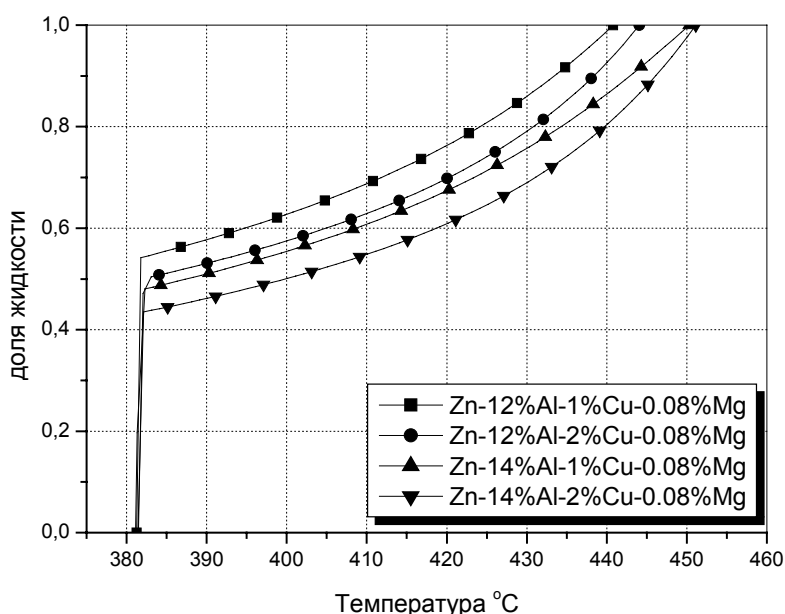


Рис. 1. Доля жидкости от температуры для системы Zn-Al-Cu-Mg.

В дополнение к этому были выполнены расчеты для некоторых промышленных цинковых сплавов близких по составу к исследованным. Показано, что сплавы ЦАМ10-2 и ЦАМ9-1,5Л (по Гост 21437-75)[2] могут быть опробованы с использованием технологии SSF.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Kenneth P. Young, “ Semi-Solid Metal Forming Alloys and Composites”, Nature and Properties of Semi-Solid Materials, Edited by J.A. Sekhar, The Minerals, Metals & Materials Society, 1991, 245-266.
2. В. А. Кечин, и Е. Я. Люблинский, “цинковые сплавы “, москва металлургия, 1986
3. Alexander A. Kazakov, “Alloy Compositions for SemiSolid Forming”, Advanced Materials & Processes, March 2000, 31-34.