

УДК 669.721.5

ВЛИЯНИЕ ЛЕГИРОВАНИЯ НА МИКРОСТРУКТУРУ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА СИСТЕМЫ Mg-Zn-Zr-PЗМ

Дмитрий Александрович Волков

*Студент 4 курса, бакалавриат,
кафедра «Материаловедение»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.А. Герасимов,
доктор технических наук, профессор кафедры «Материаловедение»*

Высокопрочные магниевые сплавы применяются для деталей самолетов и вертолетов, посадочных устройств, двигателей, агрегатов, приборов других изделий, работающих в условиях длительного и кратковременного нагружения и делятся на три основные группы – сплавы систем: Mg-Al-Zn, Mg-Zn-Zr, Mg-PЗМ-Zr, легированные различными элементами. Наибольшую удельную прочность и плотность имеют сплавы системы Mg-Zn-Zr, поэтому исследование направлено на создание именно Mg-Zn-Zr-сплава, нового поколения, легированного PЗМ и другими микродобавками.

В таблице 1 приведены составы как серийных (МЛ18, МЛ12, МЛ15) сплавов, так и исследуемого сплава системы Mg-Zn-Zr, содержащего Cd и Nb.

Таблица 1. Химический состав литейных магниевых сплавов

Марка сплава	Основные компоненты (магний - остальное)					
	Zn	Zr	Cd	La	Nb	Ag
МЛ18	5,5-6,6	0,7-1,1	0,2-0,8	-	-	-
МЛ12	4,0-5,0	0,6-1,1	-	-	-	-
МЛ15	4,0-5,0	0,7-1,1	-	0,6-1,2	-	-
Mg-Zn-Zr-PЗМ	7,5-8,2	0,7-0,8	0,01-0,60	-	0,01-0,60	

В исследованных образцах структура сплава системы Mg-Zn-Zr-PЗМ после термической обработки по режимам Т6 и Т61 представляет собой зерна твердого раствора, по границам которых расположены мелкодисперсные частицы вторичных фаз.

По данным качественного МРСА установлено, что в литом состоянии зерно сплава содержит Mg, Zn, Cd, Bi, Zr, а край зерна Mg, Zn, Cd, Bi. Белые включения по границам зерен состоят из Mg, Zn, Cd, Zr, Nb, Bi. Исследование фазового состава и рентгеноструктурный анализ показали, что в литом состоянии в сплаве данной системы содержатся: фаза Mg_2Zn_3 , Mg_2Zn , циркониды с цинком $ZnZr$, Zn_2Zr_3 , Zn_2Zr , гидрид циркония ZrH_2 . После ТО по режиму Т61 метастабильная фаза $ZnZr$ растворяется, образуется высокодисперсная фаза Лавеса на основе соединения Zn_2Zr . Размер частиц $Zn_2Zr < 100..200$ нм.

Помимо этого были проведены механические испытания сплава данного состава. В таблице 2 приведены средние значения механических свойств 20 образцов в сравнении с серийными магниевыми сплавами МЛ12 и МЛ18.

Таблица 2. Сравнение механических свойств Mg-сплавов

Сплав	Плотность, кг/м ³	Удельная прочность, км	Механические свойства (средние значения)		
			σ_B , МПа	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ , %
МЛ12	1860	12,5	230	120	5,0
МЛ8	1860	14,0	265	165	4,0
Сплав системы Mg-Zn-Zr- РзМ	1865	16,0	300–310	205–215	5,0-6,0

В результате проведенной работы были сделаны следующие выводы.

1. Состав сплава и выбранный режим ТО (Т61 - ступенчатая закалка в горячую воду с последующим старением и Т6 - то же, но с охлаждением на воздухе) обеспечивает мелкозернистую структуру. Микроструктура сплава представляет собой зерна α -твердого раствора Zn, Cd, Bi и частично Zr в Mg с незначительным количеством вторых фаз, выделяющихся по границам зерен.

2. Наличие высокодисперсной фазы Лавеса Zn_2Zr обеспечивает структурное упрочнение и высокие характеристики, превышающие аналогичные характеристики серийных магниевых сплавов используемых в промышленности.

3. Применение сплава данной системы обеспечивает повышение весовой эффективности и ресурсных характеристик за счет более высоких механических свойств.

Литература

1. Альтман М.Б., Дриц М.Е., Тимонова М.А., Чухров М.В. Т. 1. Магниевые сплавы. М., «Металлургия», 1978. 8 – 11 с., 110 – 123 с.
2. Мухина И.Ю., Дуюнова В.А., Уридия З.П. Перспективные литейные магниевые сплавы // Литейное производство. 2013. № 5. С.2-5.
3. Мухина И.Ю., Уридия З.П. Магний-основа сверхлегких материалов // Metallurgia машиностроения. 2005. № 6. С. 29-31.
4. Мухина И.Ю. Структура и свойства новых литейных магниевых сплавов // Литейное производство. 2011. № 12. С.12-14.
5. Стрелец Х.Л., Тайц А.Ю., Гуляницкий Б.С. Metallurgia магния. М., «Металлургия», 1970. 469 с. с ил.
6. Лебедев А. А., Чухров М. В. Материалы в машиностроении. Т.1. « Цветные металлы и сплавы». М., « Машиностроение», 1967. 304 с. сил.
7. Pashak J.F., Leontis T.E. Magnesium alloys containing rare earth metals //Trans. Metallurg. Soc. AIME. 1960. V. 218. №1. P. 102–107.
8. Grube K., Davis A., Eastwood L.W. Alloying of magnesium alloys //Proc. ASTM. 1950. V. 50. P. 965–988.
9. Рохлин Л.Л. Магниевые сплавы, содержащие редкоземельные металлы. М.: Наука. 1980. 190 с.
10. ГОСТ 2856-79. Сплавы магниевые литейные. Марки.
11. Эмли Е.Ф. «Основы технологии производства и обработки магниевых сплавов», М., «Металлургия» 1972, 488с с ил (с.128-194).
12. Рейнор Г.В. Metallovedenie магния и его сплавы. Пер. с англ. Е.А. Гальперина и Н.М. Тиховой. М., «Металлургия», 1964. 486 с. с ил.