

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЖАРООПАСНОСТИ МАГНИЕВЫХ СПЛАВОВ МЛ-ОПБ, EWZ43 И МЛ10

Баженов В. Е.¹, Баранов И. И.¹, Лыскович А. А.¹, Колтыгин А. В.¹, Санников А. В.¹,
Карамян К. А.², Белов В. Д.¹, Павлинич С. П.²

¹Университет науки и технологий МИСИС, г. Москва, v.e.bagenov@gmail.com

²Филиал АО «ОДК» «НИИД», г. Москва

Ключевые слова: магниевые сплавы, температура возгорания, пожароопасность.

Создание негорючих литейных магниевых сплавов является весьма актуальной задачей, особенно для авиастроительной отрасли [1]. В настоящее время расширение применения пожаробезопасных высокопрочных магниевых сплавов нового поколения в конструкциях авиационных изделий является экономически и технологически выгодным [2].

Ранее в МИСИС был разработан сплав EWZ43 (Mg-3,8Y-4,4Nd-0,6Zr-0,6Zn) [3], сочетающий хорошие механические свойства с высокими литейными свойствами [4]. Тольяттинским Государственным Университетом (ТГУ) совместно с Соликамским Опытным Металлургическим Заводом (СОМЗ) предложен сплав МЛ-ОПБ (Mg-6,7Y-2,6Zn-0,5Zr-0,35Ce-0,35Yb). Целью работы было изучение пожаробезопасности сплавов EWZ43 и МЛ-ОПБ, и её сравнение с пожаробезопасностью промышленного сплава МЛ10.

Для определения температуры возгорания образцы из сплавов помещали в стальной тигель и с помощью индукционной печи проводили нагрев со скоростью 5 °С/с. На кривой нагрева фиксировали температуру возгорания по резкому изменению температуры, а также визуально - по появлению вспышек на поверхности расплава. Испытания на возгорание сплава в факеле газовой горелки проводили на конусных образцах. На острие конуса направлялся факел газовой горелки и начинался отсчет времени до возгорания.

Методом 3D печати были изготовлены литейные формы для заливки отливки «Кронштейн». Формы изготавливали по технологии струйной печати на 3D принтере «SP 500». В формах получали отливки из исследуемых сплавов. В камеру из огнеупорного кирпича устанавливалась газовая горелка. Отливку устанавливали на фиксированном расстоянии от горелки, обеспечивающем её нахождение в факеле пламени. Целью испытания было зафиксировать время до появления хотя бы одного очага возгорания.

В табл. 1 представлены температуры возгорания сплавов. Минимальная температура возгорания 878 ± 73 °С наблюдается для сплава МЛ10. Сплавы МЛ-ОПБ и EWZ43 имеют более высокие температуры возгорания равные 1022 ± 36 °С и 1054 ± 33 °С соответственно. Таким образом наличие Y в сплавах МЛ-ОПБ и EWZ43 значительно повышает их температуру возгорания. Также можно видеть, что максимальная температура возгорания наблюдается для сплава EWZ43, в котором содержание Y ниже чем в сплаве МЛ-ОПБ. По всей видимости более высокая температура возгорания сплава EWZ43 связана с наличием в нём Y и Nd.

Табл. 1. Температура возгорания образцов из сплавов МЛ-ОПБ, EWZ43 и МЛ10

Сплав	МЛ-ОПБ	EWZ43	МЛ10
Температура возгорания, °С	1022±36	1054±33	878±73

На рис. 1, а представлена фотография конусного образца из сплава МЛ-ОПБ в пламени газовой горелки через 6 минут после начала эксперимента. Видно, что образец несколько изменил свою форму из-за оплавления, но при этом очагов возгорания не наблюдалось. По прошествии 6 минут было осуществлено касание конусного образца горелкой, после чего он моментально потерял форму и растекся по поверхности (рис. 1, б). Это свидетельствует о том,

что образец был преимущественно жидким и его форма сохранялась лишь из-за наличия достаточно прочной оксидной пленки. Аналогичное поведение наблюдалось и для образца из сплава EWZ43. Что же касается сплава МЛ10, то для него среднее время до возгорания составило 240 ± 63 с. Очаги возгорания на конусном образце из сплава МЛ10 можно видеть на рис. 1, в и г.

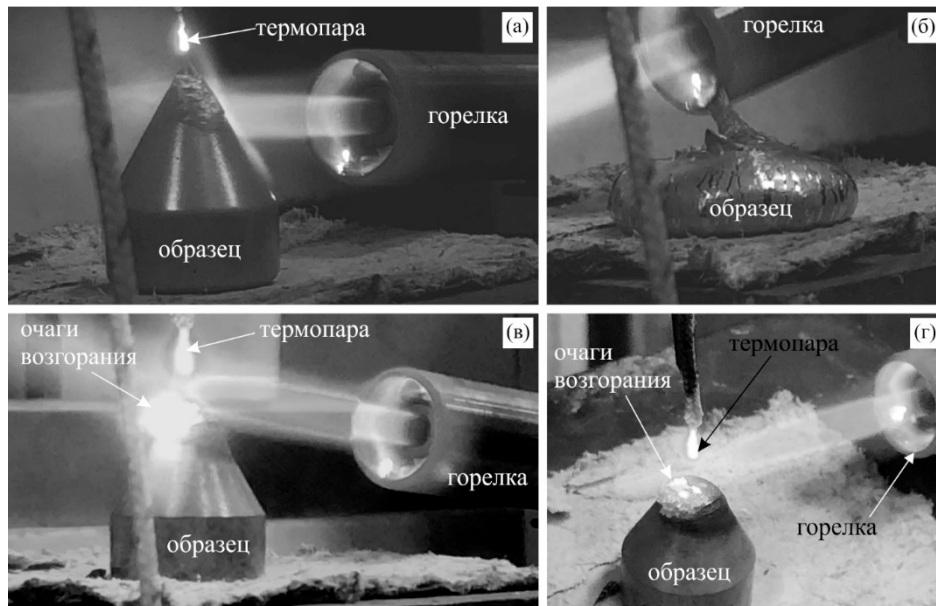


Рис.1. Фотографии конусных образцов во время испытаний на возгорание в факеле газовой горелки из сплавов МЛ-ОПБ (а, б) и МЛ10 (в, г)

При проведении экспериментов на возгорание в факеле газовой горелки отливок из сплавов МЛ-ОПБ и EWZ43 очаги возгорания не появились даже после полного их расплавления. При этом образовавшиеся оксидные плёнки оказались довольно прочными что приводило к частичному сохранению формы отливок после их практически полного расплавления. Для отливки из сплава МЛ10 на 100-ой секунде наблюдались множественные очаги возгорания. После отключения пламени горелки и контакта отливки с атмосферой произошла яркая вспышка и отливка из сплава МЛ10 полностью сгорела. В отличие от сплава МЛ10 после отключения пламени горелки сплавы МЛ-ОПБ и EWZ43 не горели.

Таким образом полученные результаты показывают, что пожаробезопасность сплавов МЛ-ОПБ и EWZ43 очень высокая и в значительной степени превышает пожаробезопасность активно используемого в промышленности сплава МЛ10.

Список литературы

- 1 Czerwinski F. Overcoming barriers of magnesium ignition and flammability. *Advanced Materials & Processes*. 2014. Vol. 172. P. 28–31.
- 2 Marker T.R. Development of a Laboratory-Scale Flammability Test for Magnesium Alloys Used in Aircraft Seat Construction. Scientific Report No. DOT/FAA/TC-13/52. Springfield: National Technical Information Services (NTIS), 2014.
- 3 Колтыгин А.В., Баженов В.Е., Белов В.Д., Матвеев С.В. Литейный магниевый сплав: Пат. 2687359 (РФ). 2018.
- 4 Koltygin A.V., Bazhenov V.E., Khasanova R.S., Komissarov A.A., Bazlov A.I., Bautin V.A. Effects of small additions of Zn on the microstructure, mechanical properties and corrosion resistance of WE43B Mg alloys. *International Journal of Minerals, Metallurgy and Materials*. 2019. Vol. 26, Is. 7. P. 858–868. <https://doi.org/10.1007/s12613-019-1801-1>

Сведения об авторах

Баженов Вячеслав Евгеньевич, к.т.н., доцент. Область научных интересов: магниевые сплавы.

Баранов Иван Ильич, учебный мастер. Область научных интересов: магниевые сплавы.

Лыскович Анастасия Андреевна, исследователь-лаборант. Область научных интересов: алюминиевые сплавы.

Колтыгин Андрей Вадимович, к.т.н., доцент. Область научных интересов: магниевые сплавы.

Санников Андрей Владимирович, к.т.н., доцент. Область научных интересов: алюминиевые сплавы.

Карамян Карен Абовович, начальник отдела. Область научных интересов: литейное производство.

Белов Владимир Дмитриевич, д.т.н., заведующий кафедрой. Область научных интересов: литейное производство.

Павлинич Сергей Петрович, д.т.н., директор филиала. Область научных интересов: литейное производство.

INVESTIGATION OF ML-OPB, EWZ43 AND ML10 MAGNESIUM ALLOYS FLAMMABILITY

Bazhenov V.E.¹, Baranov I.I.¹, Lyskovich A.A.¹, Koltygin A.V.¹, Sannikov A.V.¹, Kyaramyan K.A.²,
Belov V.D.¹, Pavlinich S.P.²

¹University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russia, v.e.bageniv@gmail.com

²Branch of JSC UEC «NIID», Moscow, Russia

Keywords: magnesium alloys, ignition temperature, flammability.

The flammability of new casting magnesium alloys ML-OPB (Mg-6.7Y-2.6Zn-0.5Zr-0.35Ce-0.35Yb) and EWZ43 (Mg-3.8Y-4.4Nd-0,6Zr-0,6Zn) were investigated and compared with flammability of ML10 commercial magnesium alloy. It was established that the ignition temperature of the ML-OPB and EWZ43 alloys is 100-150 °C higher than that of the ML10 alloy. The flammability test of alloys in the flame of a gas burner, made on cone samples and typical aircraft castings "Bracket", showed that ML-OPB and EWZ43 alloys are almost non-flammable under the conditions of experiment.