

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОЛУФАБРИКАТОВ СПЛАВА АД31

Михайлова Н.В., Окладникова Н.В., Орелкина Т.А.*

Научный руководитель - доцент Дроздова Т.Н.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

*ООО «Литейно-прессовый завод «Сегал»

Vivalilac@mail.ru

Сплав АД31 широко применяется в гражданском строительстве для оконных витражей, а также в мебельной, автомобильной и лёгкой промышленности для деталей, от которых требуется невысокая прочность ($\sigma_{\text{в}} = 200$ МПа), хорошая коррозионная стойкость и декоративный вид. Изделия из сплавов работают в интервале температур от -70 до $+50$ °С.

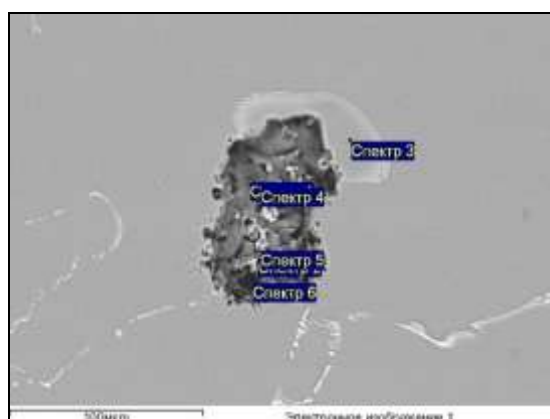
Производство строительных профилей из малолегированных сплавов системы Al-Si-Mg осуществляется с привлечением вторичного алюминия. Изготовление прессованных полуфабрикатов сложной конфигурации из сплава АД31 может сопровождаться снижением технологичности. Целью данной работы являлось определение причин пониженной технологичности слитков сплава АД31 при экструзии и способов их устранения.

Анализ литературных источников по переработке ломов алюминия [1-3] показал, что во вторичном алюминии могут присутствовать неметаллические включения: Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO, SiO_2 и сложные шпинели, в состав которых могут входить: Mg, Fe, Zn, Mn, Al. Кроме того, при некачественной фильтрации расплава во время литья в слиток могут попасть шлаки, которые состоят из растворимой части: KCl, NaCl, CaCl, AlCl_3 , MgCl_2 , FeCl_3 и нерастворимой: Al_2O_3 , FeO, SiO_2 , MgO, FeN, Mg_3N_2 . В работе [3] показано, что такие элементы как K, Na, Mg из алюминиевого скрапа удаляются обработкой газом. Элементы Cu, Fe, Zn, Ca, Si невозможно устранить таким способом, уменьшение их концентрации проводится только путем освежения сплава первичным алюминием. В литейных агрегатах для переработки алюминия и его сплавов в качестве футеровочного материала используется шамот [2], состоящий из $\sim 30\%$ Al_2O_3 , остальное SiO_2 , связующим веществом в котором является жидкое стекло, состоящее из силиката натрия или силиката калия [4], или смесь сложного состава, содержащая $3,5\%$ ($\text{TiO}_2 + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$), остальное – жидкое стекло. В процессе работы на футеровке плавильных печей образуются настывы, которые под действием расплава разрушаются и вместе с налипшими частицами футеровочных масс переходят в расплав. При нарушении режима фильтрации или низком его качестве все это может наследоваться слитком или чушкой.

В связи с учётом вышесказанного, исследованию подвергались исходные материалы для приготовления сплава АД31 и продукты взаимодействия расплава с флюсами и футеровкой плавильной печи на наличие инородных включений: Т-образные слитки, пробы из ковша, настыли и шлаки.

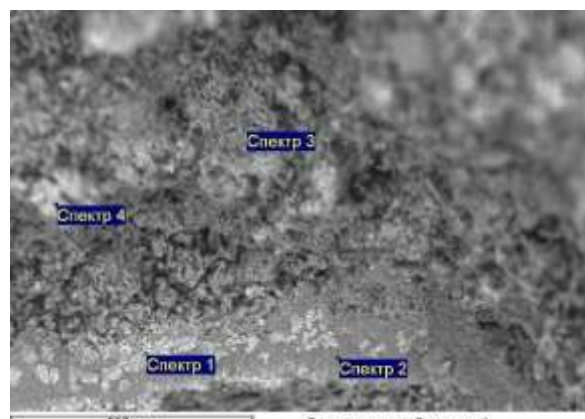
Микроскопический анализ структуры слитков и проб проводили на микроскопе Axio Observer.A1m (Carl Zeiss). Структура и состав включений в слитках исследовались на растровом микроскопе EVO 50 фирмы ZEISS с микроанализатором INCA Energy 350 для микрорентгеноспектрального анализа.

При металлографическом исследовании образцов профилей выявлены окисные плёны размером 0,35-1,75 мм и неметаллические включения размером 0,1-50 мкм. Было установлено, что обнаруженные включения относятся к металлургическим дефектам и наследуются из исходных слитков. Исследования Т-образных слитков показали, что грубые неметаллические включения состоят в основном из оксидов на основе Al, Si, Mg, Fe, в незначительном количестве в их составе наблюдаются частицы, содержащие Na, Ca, Ti, а также элементы неметаллов: кислород и сера (рис 1, а).



Спектр	O	Na	Al	Si	Fe
1	53.57	0.26	4.12	42.05	
2	19.28		71.14	9.58	
3			98.82	0.32	0.86
4	52.10		2.71	45.19	
5	15.92		74.08	10.01	
6	5.86		89.91	4.23	

а



Спектр	O	Na (Mg)	Al	Cl	K
1		30.18	11.01	56.52	2.30
2			100.00		
3	51.93		33.70	14.38	
4	22.77	14.62 (1.99)	24.14	29.25	7.22

б

Рис. 1 – Микроструктура и состав включений (весовые %): а - Т-образный слиток, б - шлак

Кроме оксидов вышеперечисленных металлов практически во всех спектрах наблюдается углерод, то есть Al, Si, Mg и Fe образуют не только оксиды, но и карбиды. Кроме того, в 10 спектрах из 13 присутствует натрий, содержание которого изменяется от ~ 0,7 до 4,3 %. Элементами, имеющими низкую концентрацию в исследуемых частицах, являются К,

Ca, в одном из спектров обнаружены включения, содержащие Zn и Cr при содержании 6,84 и 3,74% соответственно.

Исследование структуры и состава настыли, образующейся на футеровке печей, показало, что в ней содержится C, Al, Mg, Si, Na, Ca, K, Fe, Ti, Cu, Ga и Pb. Настыль, образовавшаяся на футеровке плавильных печей, содержит нежелательные химические элементы, которые присутствуют в шихтовых материалах и образуются в результате взаимодействия расплава с футеровкой литейного оборудования.

В структуре проб, отобранных из ковша, наблюдались трудноудаляемые при традиционной очистке расплава неметаллические включения размером 10-20 мкм.

Исследование шлаков может косвенно судить о качестве очистки расплава. Загрязненность образцов шлака свидетельствует об активном удалении из расплава в процессе рафинирующей обработки нежелательных включений в виде фторидов и хлоридов Ca, Mg, K, Pb, Si, Na. В меньшей степени расплав очищается от оксидов, сульфидов и карбидов, Fe, Ni, Ti (Рис. 1, б).

Таким образом, загрязнение металла инородными включениями в виде окисных плен и частиц сложного состава, содержащих металлические (Al, Mg, Si, Na, Ca, K, Fe, Pb, Ti, Cu, Ga) и неметаллические (Cl, O, C, N, S, F) элементы, происходит при приготовлении расплава. Загрязнения пресованных профилей окисными включениями, карбидами происходит их первичных материалов, сульфидами – из шлаков и настыли плавильной печи.

Для уменьшения количества неметаллических включений и их неблагоприятного влияния на технологичность при пресовании профилей была внедрена технология рафинирования с применением гранулированного флюса «Promag». Применение данной технологии позволило существенно снизить количество неметаллических включений в сплаве АД31. В результате применения рафинирования с применением порошковой смеси «Promag» технологичность сплава АД31 была выведена на требуемый уровень.

Список литературы

1. Ларионов Г.В. Вторичный алюминий. М.: Металлургия, 1967. 271с.
2. Фомин Б.А., Москвитин В.И., Махов С.В. Металлургия вторичного алюминия. М.: Экомет, 2004. 240с.
3. Шмитц К. Рециклинг алюминия. Алюсил. МВиТ, 2008. 509с.
4. Ржевская С.В. Материаловедение. М.: МГГУ, 1998. 302с.
5. Белов Н.А., Савченко С.В., Хван А.В. Фазовый состав и структура силуминов. М.: МИСИС, 2008.-283 с.