



*It is shown that application of the new combined flux metal will allow to improve ecological conditions in casthouse, with use of waste of the used agglutinant sand will give the possibility to carry out the reclaiming of the soils.*

Н. В. СЛЕТОВА, СРО РАЛ, В. А. ЧАЙКИН, филиал МГОУ,  
С. П. ЗАДРУЦИЙ, В. А. РОЗУМ, БНТУ

УДК 621.74

## РАЗРАБОТКА НОВОГО БЕЗОПАСНОГО ФЛЮСА ДЛЯ АЛЮМИНИЯ И ЕГО СПЛАВОВ

В связи с увеличением доли вторичных материалов в металлозавалке важной проблемой отечественной и зарубежной практики производства алюминия и его сплавов является разработка новых экологически чистых составов флюсов и эффективных технологий рафинирования.

Известно, что причиной образования газовых и неметаллических включений при плавке алюминия и его сплавов являются преимущественно водород и кислород. Водород находится в металле в растворенном состоянии и химических соединений с алюминием практически не образует. Он является причиной газовой пористости в отливках. Кислород, находящийся в расплаве в виде оксида алюминия, образует твердые неметаллические включения.

При разработке нового состава флюса и эффективной технологии рафинирования исходили из следующих соображений. Современные рафинирующие флюсы изготавливаются на основе натрий- и калийсодержащих солей и соединений. Эти элементы имеют низкую температуру сублимации (1155 и 1103 К соответственно [1]), поэтому их использование сопровождается обильным дымовыделением. Дымы представляют собой аэрозольные системы, содержащие образовавшиеся в процессе плавления газы ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}$  и др.), твердые частицы оксидов, а также частицы, десорбированные с поверхности компонентов шихты [1]. Они опасны для здоровья работающего персонала и состояния окружающей среды уже при температурах жидкого алюминия и резко ухудшают экологическую обстановку. Образующиеся газы и дым увлекают за собой дисперсные частицы шихтовых материалов и могут приводить к значительным (до 3–10% от массы проплавляемой шихты) выбросам и потере полезных элементов [1]. Для очистки отходящих газов и улавливания цен-

ных веществ требуются затраты, размер которых зачастую превышает стоимость технологического оборудования.

Теоретический анализ, проведенный в работе [1], показал что процесс рафинирования алюминиевого расплава обусловлен адсорбционными и адгезионными процессами, которые, как правило, протекают одновременно. Равновесие реакции образования неметаллической фазы в условиях непрерывного изменения температуры расплава не успевает установиться ввиду трудности гомогенного зарождения включений, недостатка гетерогенных зародышей и ограниченной скорости доставки к ним компонентов [2]. Поэтому неравновесность реальных расплавов создает предпосылки очистки расплава путем введения в него готовых подложек для выделения неметаллической фазы.

Для достижения наиболее эффективной очистки расплавов от дисперсных включений и плен необходимо использовать в составе рафинирующего реагента материалы, несмачиваемые расплавом; вводить в состав рафинирующего реагента мелкодисперсные частицы с целью увеличения их удельной поверхности.

Исходя из изложенных выше данных, можно сделать вывод о том, что в качестве основы новых комбинированных флюсов целесообразно использовать частицы  $\text{SiO}_2$ , которые могут быть готовы подложками для выделения неметаллической фазы. Эти частицы можно вводить в состав флюса в виде кварцевого песка. Рафинирование такими флюсами основано на гетерогенном зарождении в алюминиевых сплавах газовых пузырьков на поверхности включений  $\text{SiO}_2$ , имеющих углубления в виде пор, трещин и других дефектов. Именно такой дефектной поверхностью обладают прокаленные частицы  $\text{SiO}_2$ , так как при прокаливании они

претерпевают полиморфные превращения, связанные с увеличением объема, что в свою очередь приводит к появлению в кварцевых зернах напряжений и соответственно их растрескиванию. Кроме того, залогом успеха является ввод в состав реагирующего флюса мелкодисперсных частиц с целью увеличения их удельной поверхности [2].

Диоксид кремния в природе встречается в виде четырех модификаций: кварца, тридимита и кристобалита. Стабильные модификации диоксида кремния переходят одна в другую при следующих температурах:  $\alpha$ -кварц существует до 575 °С;  $\beta$ -кварц – до 870; тридимит – до 1470; кристобалит – до 1710 °С. Каждое полиморфное превращение сопровождается объемными изменениями [3].

Поэтому представляет интерес использование в качестве основы флюсов тридимита, который образуется в процессе заливки форм из песчано-глинистых смесей чугуном и сталью. В литейном производстве образуется большое количество отработанных формовочных смесей, которые складываются на специальных полигонах, открытых территориях и вылеживаются в атмосферных условиях несколько лет. При этом происходит естественная регенерация смесей, которая представляет собой процесс восстановления песка в природных условиях. Регенерация осуществляется благодаря колебаниям температуры (зима–лето), биологическим процессам и осадкам. Изменения температуры приводят к отделению пленки связующего вследствие разницы в коэффициентах термического расширения. Кроме того, многие органические связующие разлагаются биологически. Осадки вымывают все мелкие фракции и продукт биологического распада. Естественную регенерацию возможно проводить в условиях практически всех заводов, расположенных в небольших городах, где легче найти свободные территории на больших расстояниях от заводов [3].

Поэтому опробовали в качестве основы покровно-рафинирующего флюса для алюминиевых

сплавов тридимит, являющийся основным продуктом отработанной формовочной смеси, так как данная модификация кварца имеет следующие преимущества перед диоксидом кремния:

1) тридимит претерпевает при заливке форм два полиморфных превращения, испытывает большие термические нагрузки, в результате чего измельчается и имеет огромное количество требуемых поверхностных дефектов, что делает его идеальной основой для использования в покровно-рафинирующих флюсах для алюминиевых сплавов;

2) на территории РФ и стран СНГ имеется огромное количество полигонов, где хранятся отработанные формовочные и стержневые смеси;

3) тридимит будет практически безвредным с точки зрения экологии, так как все вредные компоненты удаляются за счет естественной регенерации;

4) использование отработанных формовочных смесей будет способствовать рекультивации земель;

5) использование флюсов на основе тридимита существенно уменьшит дымовыделения за счет резкого снижения в их составе натрия и калия.

Опытные партии флюса, в основу которых был положен тридимит из отработанных формовочных смесей Ярцевского полигона, опробовали в условиях ОАО «Теплоконтроль» (г. Сафоново) на отливках, изготавливаемых из силуминов, и в условиях ОАО «Элдин» (г. Ярославль) на отливках, изготавливаемых из сплава АК12М2. Эксперименты подтвердили его высокую эффективность. Флюс в количестве 0,05% от массы жидкого металла отдавался на зеркало расплава и замешивался в него. После чего получались сухие шлаки. В отливках отсутствовала газовая пористость, механические свойства сплава соответствовали требованиям чертежа. Применение нового комбинированного флюса позволит улучшить экологическую обстановку в литейном цехе. Использование отходов отработанных формовочных смесей даст возможность производить рекультивацию земель.

### Литература

1. Д у б р о в и н А. С. Металлотермия специальных сплавов. Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2002.
2. Б р а н ч у к о в Д. Н., П а н ф и л о в А. В. Теоретическое обоснование выбора составов новых комбинированных флюсов для рафинирования алюминиевых сплавов // Прогрессивные литейные технологии / Под ред. В. Д. Белова, Н. А. Белова. М.: Лаборатория рекламы и печати, 2009. С. 124–129.
3. Г у л я е в Б. Б., К о р н ю ш к и н О. А., К у з и н А. В. Формовочные процессы. Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987.