

РАФИНИРУЮЩАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЯ КАРБОНАТОМ КАЛЬЦИЯ

**И. Л. Зыкович, Н. В. Чайкина, С. П. Задрецкий,
В. А. Розум, А. С. Панасюгин, А. П. Бежок**
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Белоруссия

Обработка расплавов на основе алюминия карбонатами сопровождается бурлением, что свидетельствует о протекании газотворных термохимических реакций. Термодинамический и термический анализы реакций взаимодействия карбонатов щелочных и щелочноземельных металлов с компонентами силуминов в температурном диапазоне 933...1100 К свидетельствуют о протекании реакций диссоциации карбонатов натрия, лития, стронция, бария, калия с последующим восстановлением щелочных и щелочноземельных металлов из их оксидов компонентами сплава и материалом тиглей - углеродом, в то время, как карбонат кальция в исследуемых условиях, как и его оксиды, являются относительно устойчивыми.

Переход в расплав силумина щелочных и щелочноземельных металлов помимо диспергирования включений эвтектического кремния сопровождается увеличением доли рассредоточенной газоусадочной пористости. Понятно, что для создания рафинирующего препарата, насыщение расплава на основе алюминия щелочными и щелочноземельными

металлами необходимо исключить.

В связи с вышесказанным, представляло интерес изучение рафинирующего действия на силумины карбоната кальция, основными преимуществами которого являются: экологическая безвредность, невысокая стоимость, пористости и снижения герметичности литых заготовок.

Анализ зависимости мольных концентраций фаз CaCO_3 , CaO , CO от температуры при различных давлениях в системе $\text{CaCO}_3\text{-Al-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}$, позволяет определить рациональную глубину погружения карбоната кальция в жидкий алюминий для каждой конкретной температуры расплава.

Интенсивность газообразования при протекании реакции $3\text{CaCO}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}$, в значительной степени зависит от площади контакта $\text{CaCO}_3\text{-Al}_{\text{ж}}$. Диспергирование карбонатной составляющей системы $\text{CaCO}_3\text{-Al-CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-CO}$ повлечет за собой увеличение реакционной способности или физико-химической активности карбоната кальция, что выразится в изменении кинетических характеристик.

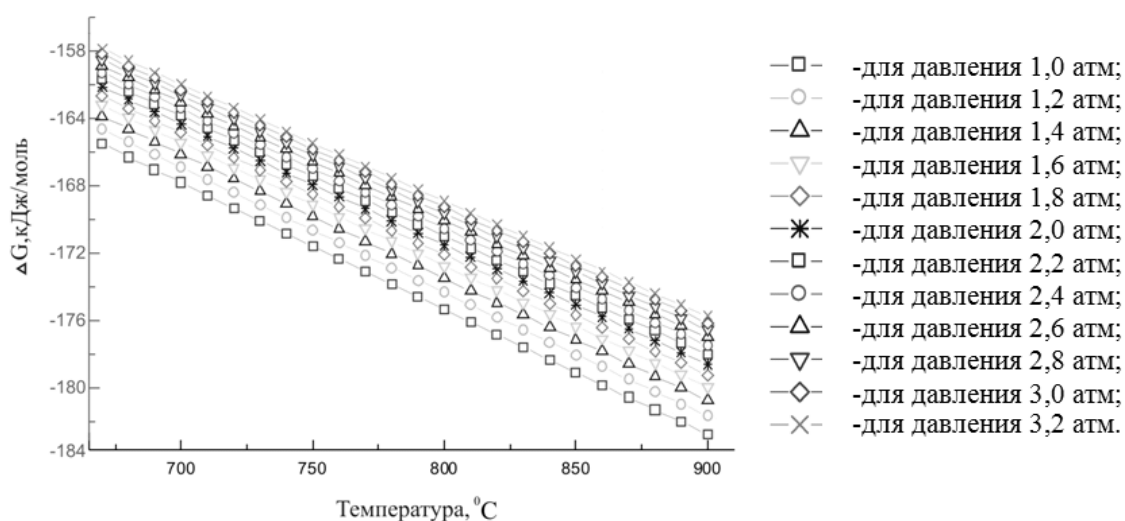


Рисунок 1 – Зависимость изобарно-изотермического потенциала реакции $\text{CaCO}_3 + 2\text{Al} \rightarrow 3\text{CaO} + \text{Al}_2\text{O}_3 + 3\text{CO}$ от температуры при различных давлениях.

Принцип рафинирующей эффективности при продувке расплава на основе алюминия СО основан на том, что пузырьки окиси углерода являются вакуум-камерами по отношению к газам, растворенным в расплаве, в первую очередь - по отношению к водороду. Таким образом, растворенные в алюминии газы согласно закону Дальтона и закону Сивертса, диффундируют в пузырьки окиси углерода до выравнивания парциальных давлений каждого из газов в расплаве и в пузырьке СО. Присутствующие в жидком алюминии неметаллические включения при продувке расплава газом флотируются пузырьками рафинирующего газа в шлаковую фазу. Необходимо помнить, что водород в расплавах на основе алюминия связан в комплексы с Al_2O_3 .

Удаление из расплава водорода влечет за собой удаление оксида алюминия и наоборот. Использование в качестве рафинирующего газа окиси углерода способствует созданию восстановительной атмосферы как внутри газового пузырька, что позволяет исключить образование дополнительного слоя оксида алюминия на поверхности пузырька, который затрудняет диффузионный переход удаляемых газов в рафинирующую фазу, но и снизить окислительную способность печной атмосферы, что позволяет уменьшить безвозвратные потери алюминия при окислении.

Длительность рафинирования расплава карбонатом кальция была определена на основе анализа зависимости плотности образцов от времени барботажа и составила 3 минуты (рис. 2).

Длительность барботажа можно регулировать подбором степени дисперсности используемого карбоната кальция. Учитывая результаты термодинамического моделирования за базовые технологические параметры рафинирующей обработки алюминия марки А7 были приняты: максимальная глубина погружения колокольчика в реальных промышленных условиях - 1,0 м, соответствующая давлению в системе 3,2 атм, при котором реакция взаимодействия карбоната кальция с расплавом алюминия термодинамически затруднена, время протекания реакции - 3 минуты, температура обработки металла - $720^{\circ}C$ - минимальная температура рафинирования расплавов алюминия в промышленных условиях. Заданным параметрам соответствует фракция карбоната кальция с размером частиц 40 мкм.

Длительность барботажа можно регулировать подбором степени дисперсности используемого карбоната кальция. Учитывая результаты термодинамического моделирования за базовые технологические параметры рафинирующей обработки алюминия марки А7 были приняты: максимальная глубина погружения колокольчика в реальных промышленных условиях - 1,0 м, соответствующая давлению в системе 3,2 атм, при котором реакция взаимодействия карбоната кальция с расплавом алюминия термодинамически затруднена, время протекания реакции - 3 минуты, температура обработки металла - $720^{\circ}C$ - минимальная температура рафинирования расплавов алюминия в промышленных условиях.

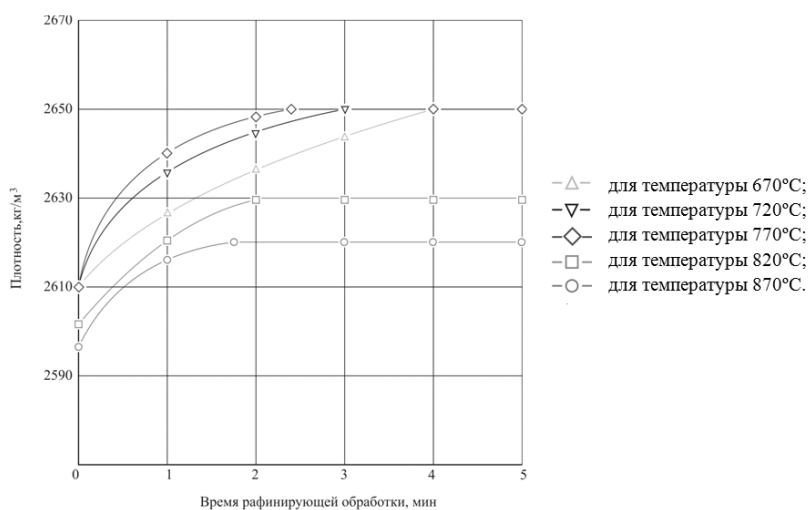


Рисунок 2 – Зависимость плотности образцов от времени рафинирующей обработки при различных температурах.

Зависимость плотности образцов от расхода CaCO_3 при различных температурах рафинирования (рис. 3) свидетельствует о том, что увеличение расхода карбоната кальция свыше 0,05% от массы обрабатываемого расплава нецелесообразно, т.к. практически не вызывает дальнейший рост плотности. Интенсивность бурления расплава в процессе обработки его карбонатом кальция с дисперсностью 40 мкм визуально соответствует барботажу при рафинировании металла хорошо зарекомендовавшими себя препаратами «Дегазер» (Россия), «Degasal T-200» (Германия), «ТПФ-1» (Республика Беларусь).

Необходимо также отметить, что увеличение добавки CaCO_3 свыше 3% от массы обрабатываемого расплава приводит к некоторому снижению рафинирующей эффективности карбоната.

Промышленная апробация карбоната кальция с дисперсностью 40 мкм была проведена в условиях цветнолитейного цеха ОАО «Старооскольский завод автотракторного электрооборудования» на отливке «Корпус подшипника», изготавливаемой из сплава АК12М2. Карбонат кальция вводился при по-

мощи погружного колокольчика в пакетах из алюминиевой фольги в количестве 0,05% от массы обрабатываемого расплава взамен используемого в действующем технологическом процессе препарата «Degasal T-200» (Германия). Полученные отливки по механическим свойствам, газовой пористости и неметаллическим включениям соответствовали предъявляемым к ним требованиям.

Таким образом, карбонат кальция с дисперсностью частиц 40 мкм является высокоэффективной, высокотехнологичной, недорогой, экологически безвредной рафинирующей добавкой для обработки сплавов на основе алюминия. Его использование не оказывает влияния на морфологию структурных составляющих сплавов и, следовательно, не вызывает дополнительного увеличения доли газосодержащей пористости. Промышленный выпуск рафинирующих и модифицирующих препаратов на основе карбонатных соединений организован на предприятиях: СРО РАЛ (Смоленское отделение, Россия), ООО «ПромФильтр» (Республика Беларусь), при участии специалистов МГУ (Москва, ф-л в г.Сафоново) и БНТУ (г. Минск).

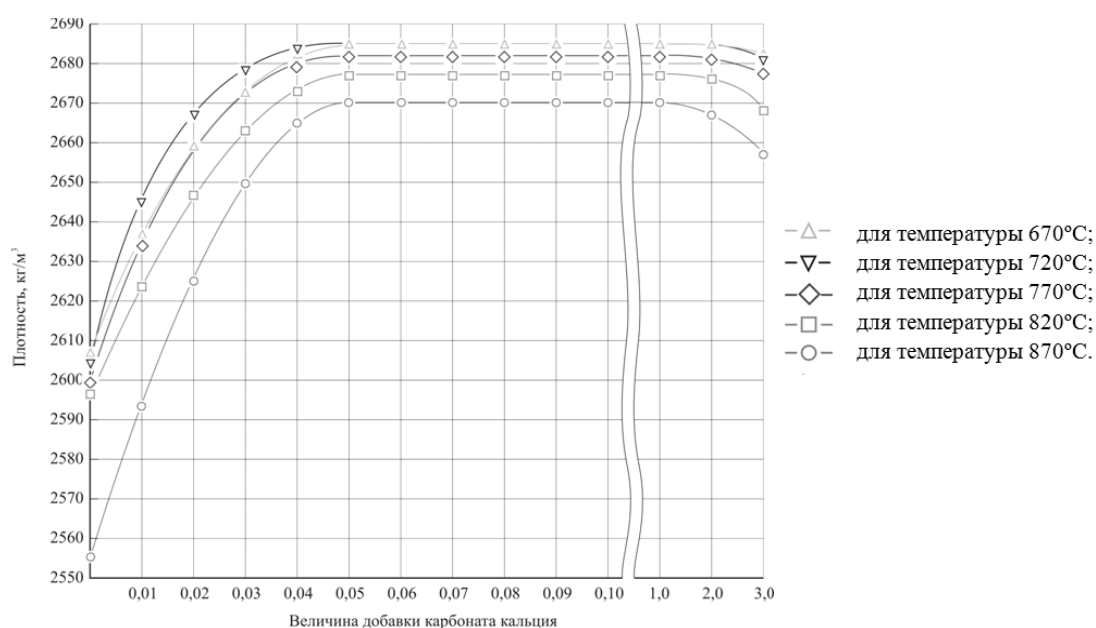


Рисунок 3 – Влияние величины добавки карбоната кальция на плотность образцов из алюминия марки А7

Промышленное производство широкой гаммы рафинирующее-модифицирующих материалов для обработки расплавов на основе алюминия, цинка, меди, чугуна, стали (флюсы, дегазеры, модификаторы и др.), а также вспомогательных материалов для литейного и металлургического производств (краски,

смазки, футеровки и др.) разработки Белорусского национального технического университета кафедры «Металлургия литейных сплавов» организовано на базе предприятия ООО «ПромФильтр» (г. Минск) (+37517-280-10-52).