

УДК 669.715.4

В. Л. Найдек, Д. М. Беленький, Н. С. Пионтковская, А. В. Наривский
Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ПРОЦЕСС ГАЗОФЛЮСОВОГО РАФИНИРОВАНИЯ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Предложен способ газифлюсового рафинирования алюминиевых сплавов, показаны его технологические особенности и эффективность.

Запропоновано спосіб газифлюсового рафінування алюмінієвих сплавів, показані його технологічні особливості та ефективність.

It is proposed the method of gas lifting refining of aluminum alloys, it is demonstrated of its technological features and efficiency.

Ключевые слова: флюс, газ, активатор, воронка, диск, диспергирование, расплав.

Эффективным способом повышения прочностных характеристик алюминиевых сплавов следует считать очистку их от неметаллических включений. Наиболее технологичными остаются адсорбционные методы рафинирования жидкого металла. Однако при таких способах обработки сплавов рафинирующие реагенты не охватывают весь объем расплава и очищают только те участки в нем, где находятся.

В стационарных условиях эффективность адсорбционного рафинирования сплавов определяется скоростями диффузионного массопереноса и величиной реакционной поверхности в расплаве. Интенсифицировать процессы газореагентного взаимодействия в жидком металле можно путем его перемешивания с диспергированным на мелкие капли флюсом. Так, при размере капель флюса 3-5 мм межфазная поверхность в расплаве увеличивается на 2,0-2,5 порядка по сравнению с обычным замешиванием его с поверхности в глубь ванны [1, 2], а диффузионный массоперенос в данном случае не является ограничивающим фактором для процесса рафинирования сплавов. Это обусловлено тем, что при перемешивании расплава частицы флюса находятся в непрерывном движении, сталкиваются и взаимодействуют с твердыми неметаллическими включениями. Цель данной работы – разработать способ обработки сплавов, который позволит увеличить интенсивность газифлюсового взаимодействия с расплавом, определить его технологические особенности и эффективность.

Для диспергирования и замешивания флюса в расплав применили активатор в виде диска, вращающегося вокруг вертикальной оси [3]. При обработке сплавов таким способом расплав вблизи активатора получает вращательное движение за счет трения и стекает с диска в ванну. Радиальный сток металла с диска компенсируется осевым его поступлением из глубины ванны.

При вращении активатора в жидком металле образуется воронка. Когда воронка достигает поверхности диска, в расплав поступает воздух или газ (печной атмосферы) и дробится на пузырьки. Интенсивность поступления и дробления газов в жидком металле зависит от скорости вращения активатора.

Формирование воронки в расплаве изучали методом физического моделирования. Для этого воду наливали в прозрачный сосуд, у которого отношение высоты к диаметру составляло 1, 2. Такое соотношение между размерами соблюдается в тиглях разной ем-

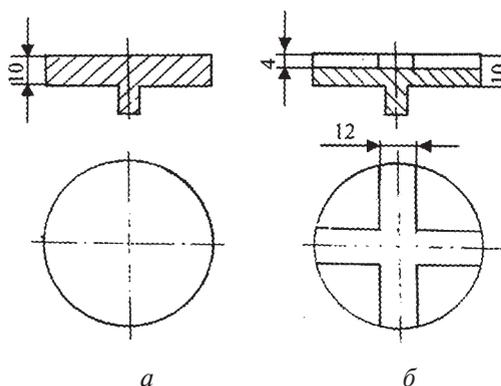


Рис. 1. Диски для перемешивания жидких сред: *a* - с гладкой поверхностью; *б* - с пазами

более интенсивно и сокращается время достижения воронкой поверхности диска. Так, при заглублении в воду на 20 мм и частоте вращения активатора $6,5 \text{ с}^{-1}$, воронка доходит до поверхности диска с пазами за 3,5 с, а гладкого – за 13. Образующиеся при этом в воде воронки достигают поверхности дисков одновременно со стабилизацией процесса перемешивания всего объема моделирующей жидкости. Поэтому при обработке сплавов активаторами с пазами существенно увеличивается интенсивность массообмена в жидком металле.

Для изучения взаимодействия жидкого флюса с расплавом активатор с пазами погружали в воду. Затем на поверхность ванны наливали подкрашенный бензин и включали электропровод. Бензин при вращении активатора затягивался с поверхности в формирующуюся в воде воронку. При достижении воронкой диска капли бензина с его поверхности радиально поступали в зону интенсивного перемешивания жидкости и дополнительно диспергировались.

Под активатором при перемешивании в жидкости создается разрежение. Зона пониженного давления в виде шнура из эмульсии бензина с водой распространяется на всю глубину ванны (рис. 2). После остановки активатора частицы бензина мгновенно распределяются по всему объему жидкости и всплывают на поверхность.

Величину возникающего в жидкости разрежения при вращении активатора определили бесконтактным методом. Для этого полый стальной цилиндр ($R=20 \text{ мм}$) с отверстием в дне погружали в воду на заданную глубину h_0 (рис. 3). Пазы в дне цилиндра имели такие же размеры, как у активатора для замешивания флюса в металл. При погружении цилиндра вода через отверстие заполняла в нем объем $V=\eta R^2 \cdot h_0$. После этого включали привод

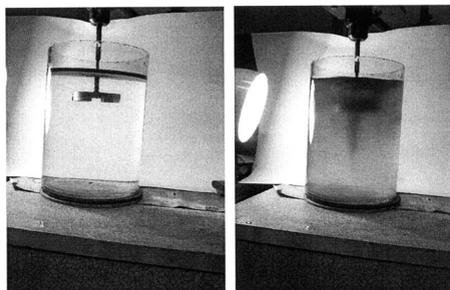


Рис. 2. Гидродинамическая обстановка в ванне при замешивании бензина в воду: *a* – исходное положение; *б* – через 3 с при вращении активатора с частотой 300 мин^{-1}

кости для плавильно-раздаточных печей. После заполнения сосуда в воду погружали активатор, включали его электропровод и определяли при какой частоте вращения образующаяся в жидкости воронка достигает поверхности диска. Моделирующую жидкость перемешивали дисками ($\varnothing=30$, 40 и 50 мм) из силумина, которые имели разную форму (рис. 1). Частоту вращения активаторов измеряли стробоскопическим тахометром.

Установили, что, независимо от диаметра диска, при равных оборотах активатора в жидкости образуются воронки с одинаковой глубиной. При обработке активатором с пазами (см. рис. 1) жидкость перемешивается

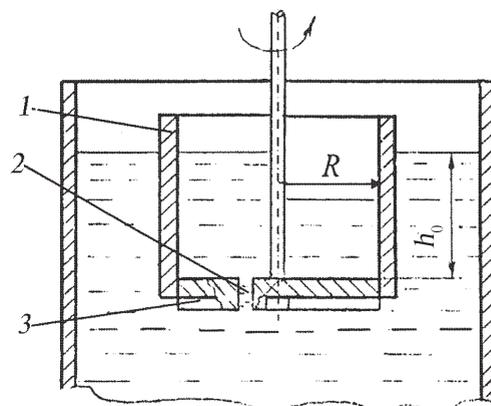


Рис. 3. Схема измерения разрежения в жидкости: 1 – цилиндр; 2 – отверстие; 3 – пазы; уровень воды в неподвижном цилиндре (слева) и при вращении (справа)

вращения одновременно с электросекундомером и фиксировали время, за которое вода под действием разрежения полностью вытекала из цилиндра. Скорость (W) истечения воды из вращающегося цилиндра определяли по уравнению

$$W = V/F \cdot \tau, \quad (1)$$

где V – объем воды в цилиндре; F – площадь отверстия; τ – время истечения воды из цилиндра через отверстие.

Исследования проводили при постоянном объеме воды в цилиндре, равном 47 см³, и диаметре отверстия в дне – 3 мм. Величину разрежения, под действием которого вода вытекала из вращающегося цилиндра, определяли по формуле

$$H = \frac{W^2}{2g}, \quad (2)$$

где $g = 980$ (ускорение силы тяжести, см/с²).

Результаты во влиянию частоты вращения цилиндра на скорость истечения воды через отверстие и величину разрежения в жидкости представлены в табл. 1.

Таблица 1. Скорость истечения воды через отверстие и разрежение в ванне при разных оборотах цилиндра

Частота вращения цилиндра, мин ⁻¹	250	300	350	400
Время вытекания воды, с	7,73	5,87	4,88	4,52
Скорость истечения W , см/с	86,9	114,4	137,4	148,7
Остаточное давление в зоне разрежения, мм вод. ст.	3,8	6,67	9,63	11,28

Видно, что величина разрежения в жидкости зависит от частоты вращения активатора. Так, с повышением числа его оборотов с 250 до 350 мин⁻¹ остаточное давление в зоне разрежения перемешиваемой ванны увеличивается с 38 до 96,3 Па.

Наличие разрежения в расплаве под активатором необходимо учитывать при обработке сплавов. При флюсовании сплава в атмосферных условиях активатор необходимо вращать с такой частотой, чтобы образующаяся в жидком металле воронка не достигала его поверхности. Это позволит исключить поступление воздуха в зону разрежения расплава. Однако при ограниченных оборотах активатора не обеспечиваются оптимальные интенсивность перемешивания жидкого металла и диспергирование флюса в нем. Целесообразнее исключать возможность формирования воронки в расплаве путем размещения на валу дополнительного диска над активатором или вертикальных пластин-рассекателей вблизи оси его вращения [2].

Обработку сплавов флюсом в защитной атмосфере (например, в среде аргона) целесообразно проводить при высоких оборотах активатора, когда образующаяся воронка освобождает поверхность диска от металла. В этом случае аргон из печной атмосферы будет поступать в расплав и дробиться на пузырьки. Образующиеся при этом пузырьки аргона способствуют дегазации сплавов и выносу флюса с неметаллическими включениями на поверхность металла.

Эффективность предложенной технологии проверена на вторичном алюминиевом сплаве АД31 (ГОСТ 23855-79). Сплав плавил и обрабатывали в печи сопротивления с аргоновой средой. В качестве активатора использовали фторфлогопитовый диск диаметром 40 мм с пазами, размеры которых приведены на рис. 1. Активатор заглубляли на 20-25 мм под уровень жидкого металла и вращали с частотой 350 мин⁻¹. При таких оборотах формирующаяся в расплаве над активатором воронка освобождала от металла поверхность диска на $\approx 1/3$ его радиуса. С помощью активатора в расплав вводили и диспергировали покровно-рафинирующий флюс (выпускается АОА „Эвтектика”, г. Минск) в количестве 0,05 % от массы металла. Такое же количество флюса замешивали в жидкий металл колокольчиком. Газосодержание и концентрация оксидных включений в сплаве

Получение и обработка расплавов

(определяли в ИЭС им. Е. О. Патона НАН Украины) после флюсования его указанными способами представлены в табл. 2.

Таблица 2. Качество алюминиевого сплава АД31 после обработки расплава флюсом

Способ замешивания флюса в расплав	Температура сплава, °С	Время обработки, мин	Выдержка металла после флюсования, мин	Содержание	
				водорода, см ³ /100г	оксидов, %
Без обработки	710	—	—	0,54	0,045
Колокольчиком	710	3,0	10	0,37	0,026
Вращающимся активатором	710	3,0	10	0,19	0,015

Видно, что после флюсования расплава колокольчиком содержание водорода в расплаве уменьшается на 31 %, оксидных включений – до 42 %. Диспергирование и замешивание флюса в расплав с помощью активатора позволяет увеличить степень дегазации сплава до 65 % и снизить концентрацию оксидов в нем на 67 %. Представленные результаты дополняют сведения о процессах в расплавах при их флюсовании и могут быть востребованы при разработке новых технологий для рафинирования сплавов газореагентными средами.

Список литературы

1. *Песчанский И. П., Дзыбал Т. Л.* Электрошлаковое рафинирование алюминиевых сплавов // Литейн. пр-во. - 1984. - № 1. - С. 12-13.
2. *Кораблин В. П., Казарцев В. В.* Исследование процессов механического диспергирования флюсов при рафинировании алюминиевых сплавов // Литейные свойства сплавов. - Киев: Ин-т пробл. литья АН УССР, 1972. - С. 253-256.
3. Пат. 16672 України, МПК С22В 21/00. Спосіб рафінування алюмінієвих сплавів / В. Л. Найдек, Д. М. Біленький, А. В. Нарівський, Н. С. Піонтовська. - Опубл. 2006, Бюл. № 8.

Поступила 26.02.2008

УДК 669.187.28:66.046.5

В. Н. Костяков, Е. Б. Полетаев, Е. А. Шевчук

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВЛИЯНИЕ КОМПОНЕНТОВ ШИХТЫ НА ПОВЕДЕНИЕ ХРОМА ПРИ ПЛАВКЕ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА В ДУГОВОЙ ПЕЧИ

Приведены результаты исследования влияния компонентов шихты на поведение хрома при плавке сталеплавильного шлака. Показано, что плавка на жидком "болоте" чугуна обеспечивает более высокую степень извлечения хрома по сравнению с плавкой шлака без "болота".

Наведені результати дослідження впливу компонентів шихти на поведінку хрому у процесі плавки сталеплавильного шлаку. Показано, що плавка на рідкому "болоті" чавуну забезпечує більш високий ступінь вилучення хрому порівняно із плавкою шлаку без "болота".

The results of research of influencing of components of charge on the conduct of chrome at melting of steel-smelting slag are resulted. It is shown, that melting on the liquid "bog" of cast-iron provides more high degree of extraction of chrome on comparison with melting of slag without a "bog".

Ключевые слова: хром, оксид, восстановитель, печь, сплав.