
ПОЛУЧЕНИЕ И ОБРАБОТКА РАСПЛАВОВ

УДК 669.715:669-154.

**В. Л. Найдек, А. В. Наривский, В. В. Федоров,
Н. С. Пионтковская**

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВЛИЯНИЕ ГАЗОФЛЮСОВОЙ ОБРАБОТКИ РАСПЛАВА НА ЖИДКОТЕКУЧЕСТЬ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Приведены данные о жидкотекучести алюминиевого сплава АК7 после разных способов газифлюсового рафинирования расплава.

Ключевые слова: расплав, газифлюсовая обработка, сплав, плазменная струя, жидкотекучесть.

Наведено дані про рідкотекучість алюмінієвого сплаву АК7 після різних способів газифлюсового рафінування розплаву.

Ключові слова: розплав, газифлюсова обробка, сплав, плазмовий струмінь, рідкотекучість.

The dates about fluidity of the aluminum alloy AK7 after different processes of gas-flux refining of it's melt were presented.

Keywords: melt, gas-flux treatment, alloy, plasma jet, fluidity.

Важной характеристикой сплавов является жидкотекучесть, от величины которой зависит заполняемость литейных форм и качество отливок. На жидкотекучесть жидкого металла влияют дисперсность структурных составляющих и содержание неметаллических включений в сплавах [1-3]. В настоящее время жидкотекучесть сплавов определяют с помощью спиральной пробы (ГОСТ 16438-70) или U-подобной (проба Нехендзи-Самарина) [4], которые изготавливают в песчаных и металлических формах. Для получения достоверных результатов при использовании указанных проб практически невозможно обеспечить стабильность многих параметров (температура заливки металла и формы, гидродинамический напор расплава при заливке его в форму и др.). Для точного измерения жидкотекучести необходимо также поддерживать постоянную скорость заполнения форм металлом. Кроме этого, изготовление форм для заливки проб достаточно трудоемкий процесс.

Нами разработан способ, который позволяет определить жидкотекучесть сплавов по заполняемости кварцевых трубок ($\varnothing_{\text{вн}} \approx 4$ мм) при всасывании в них расплава под действием разрежения. Для этого изготовили устройство (рис. 1), в котором кварцевая трубка 1 соединена через штуцер 2 с неподвижным фланцем 3 сильфона 4, установленным в защитном кожухе 5. Подвижный верхний фланец в сильфоне крепится к подпружиненному штоку 7 с ручкой 8. Шток 7 перемещается по втулке 9,

ISSN 0235-5884. Процессы литья. 2015. № 1 (109)

Получение и обработка расплавов

в которой расположена пружина 10. В верхней части втулки установлена на резьбе гайка 11, позволяющая регулировать сжатие пружины 10.

Для отбора проб на жидкотекучесть сплавов штоком 7 сжимают пружину 10 и сильфон 4 на заданную высоту, которую регулируют с помощью упора на ручке 8 (на рис. 1 не показан). В сжатом состоянии пружины и сильфона свободный конец кварцевой трубки 1 погружают в жидкий металл и освобождают ручку 8 от нагрузки. Под действием сил упругой деформации пружина и сильфон возвращаются в исходное положение, а расплав при этом заполняет кварцевую трубку.

При постоянных упругости сильфона и пружины, объеме воздуха, который остается в сжатой системе, скорость заполнения расплавом кварцевых трубок будет одинаковой. Оптимальную высоту, на которую сжимают пружину и сильфон,

устанавливают экспериментально в зависимости от диаметра кварцевых трубок и плотности расплава.

Заполнение трубок сплавом осуществляли при постоянной температуре расплава 720-725 °С. Жидкотекучесть сплавов определяли путем измерения длины прутков затвердевшего в трубках металла (рис. 2) от уровня их заглубления в расплав. Среднее значение жидкотекучести рассчитывали по результатам 3-х измерений длины прутков сплава после каждого способа его обработки.

Исследования проводили на алюминиевом сплаве АК 7 (ДСТУ 2839-94), для плавки которого использовали чушку одной партии. Сплав обрабатывали разными способами. В жидкий металл замешивали колокольчиком расплавленный флюс (%мас.: 35 NaCl; 25 KCl; 30 NaF; 10 Na₃AlF₆) в количестве 0,3 % от массы сплава. Такое же количество флюса предварительно вводили колокольчиком в сплавы и продували их

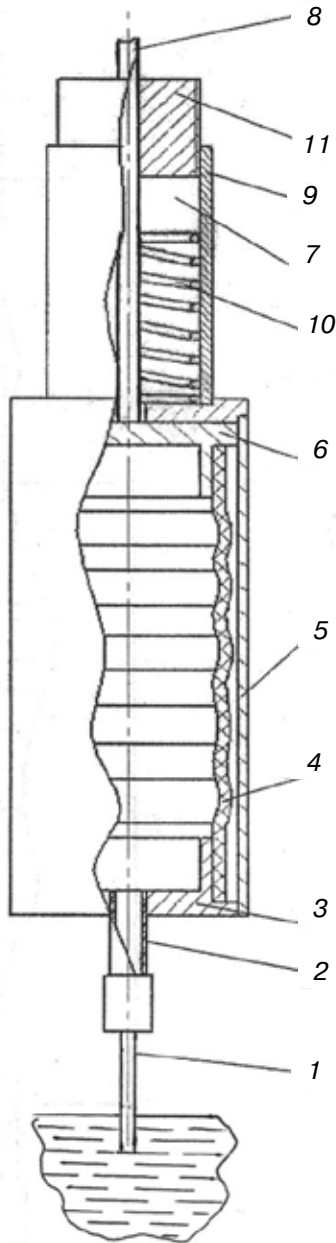


Рис. 1. Схема устройства для отбора проб на жидкотекучесть сплавов

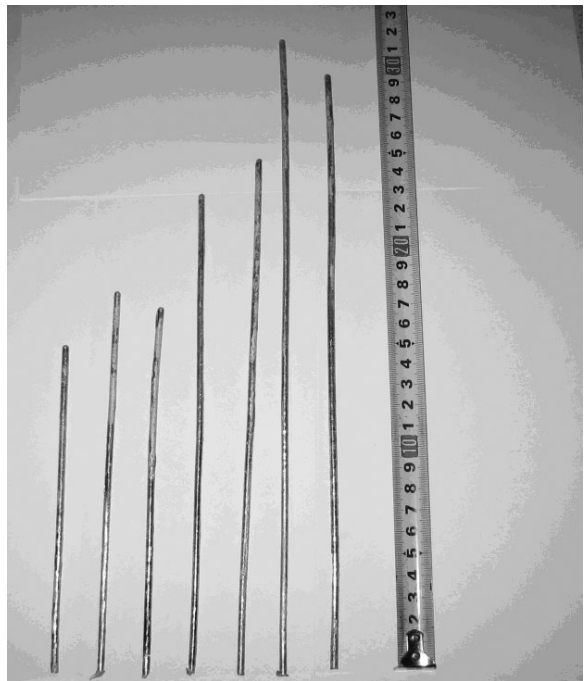


Рис. 2. Прутки затвердевшего в кварцевых трубках сплава после рафинирования его разными способами

Получение и обработка расплавов

плазменной или скоростными арговыми струями. Холодный аргон при скоростной продувке сплавов подавали в глубину металла через три горизонтальные сопла диаметром 1 мм под избыточным давлением в фурме 0,35 МПа. Также в расплав замешивали аргон вращающимся (400-420 об/мин) активатором, выполненным в виде диска с диаметрными пазами глубиной 2 мм на нижней поверхности. Кроме этих способов сплав продували смесью высокотемпературного аргона с парами флюса.

Газофлюсовую обработку сплавов массой 60 кг проводили при постоянной температуре ~ 720 °С в печи сопротивления, а дисковым активатором – в индукционной установке на базе ИСТ-016. Продувку сплавов холодными или плазменными струями осуществляли в течение 8 мин при одинаковом (~7,5 л/мин) расходе аргона. После каждого способа обработки металл выстаивали 12 мин в печи и заливали его в кокили.

В процессе обработки активатором сплав вблизи него получает вращательное движение и перемещается в радиальном направлении, а в жидком металле над диском образуется воронка. С момента, когда воронка достигает диска и его поверхность освобождается от металла, в глубину ванны из печной атмосферы поступает аргон и дробится на пузырьки. В образующиеся пузырьки аргона переходит из расплава водород и вместе с ним выносится на поверхность ванны. При этом из сплавов удаляются оксидные включения за счет флотации их газовыми пузырьками. На поверхности металла газовые пузырьки разрушаются и водород из них, плотность которого в 20 раз меньше аргона, поднимается вверх и уходит через отводящую трубку в атмосферу. Нагретый до температуры металла аргон при этом остается над ванной и замешивается активатором в расплав повторно. При многократном замешивании аргона интенсифицируется массоперенос водорода из расплава в пузырьки нагретого газа, меньше охлаждается металл при рафинировании.

Высокотемпературную смесь аргона с парами флюса вводили в расплав плазмотроном (рис. 3). В прикатодную зону засыпали 0,05 кг флюса, включали плазмотрон и погружали его в расплав. В процессе обработки сплава флюс нагревается плазменной дугой и испаряется. Пары флюса вместе с высокотемпературным аргоном поступают в расплав через боковые отверстия и сопло в вставке (рис. 3, поз. 5) со скоростью ≥ 250 м/с. В результате этого плазмоваровая смесь диспергируется, а в жидкометаллической ванне образуется развитая поверхность взаимодействия фаз.

Газофлюсовые воздействия на расплав, в зависимости от способа обработки, оказывают разное влияние на жидкотекучесть сплавов (табл. 1). Видно, что после флюсования сплава колокольчиком (вариант 2) средняя длина прутков металла в кварцевых трубках увеличивается от 129 до 153 мм. Жидкотекучесть сплава при этом повышается на 15-16%. Незначительное увеличение жидкотекучести сплава после такого рафинирования обусловлено недостаточными диспергированием флюса в расплаве и временем его выстаивания после обработки. За 12 мин выстаивания после флюсования расплава, без продувки его газом, оксидные включения не полностью выносятся каплями

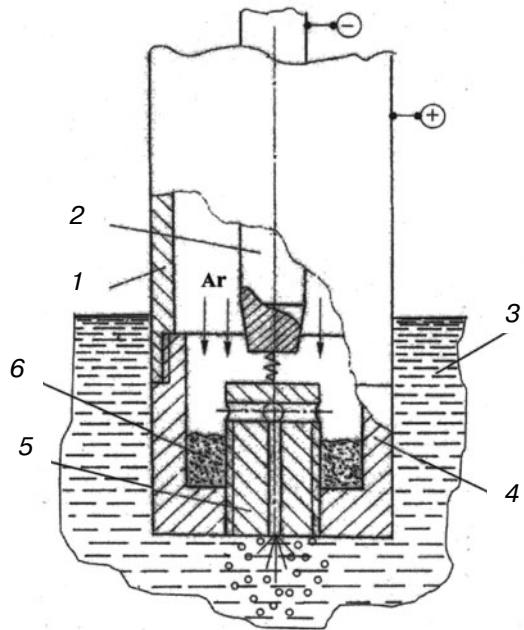


Рис. 3. Схема обработки сплавов плазменной струей с парами флюса: 1 – корпус; 2 – подвижный электрод; 3 – жидкий металл; 4 – анод; 5 – сменная вставка; 6 – флюс

Таблица 1. Жидкотекучесть алюминиевого сплава АК7, обработанного разными способами

Вариант обработки	Способ рафинирования сплава	Жидкотекучесть сплава, мм
1	без обработки	129
2	флюсование расплава колокольчиком	153
3	скоростными струями аргона	185
4	скоростными струями аргона флюсованного расплава	210
5	замешивание аргона в расплав активатором	182
6	замешивание аргона активатором в флюсованный расплав	214
7	плазменной струей флюсованного расплава	278
8	плазменной струей с парами флюса	312

флюса на поверхности ванны или оседают на дно тигля. Многие из них остаются в объеме металла, что приводит к снижению жидкотекучести сплава.

В случае продувки ванны скоростными струями газа или замешивания аргона в сплав дисковым активатором (варианты 3, 5) высота заполнения кварцевых трубок металлом при всасывании увеличивается до 182-185 мм, а жидкотекучесть сплавов повышается на 29-31 %. При обработке этими же способами предварительно флюсованного расплава (варианты 4, 6) достигается более глубокое рафинирование его от газов и оксидных включений, что приводит к увеличению жидкотекучести сплавов на 38-40 %.

Значительное влияние на жидкотекучесть сплавов оказывает обработка расплава высокотемпературными газофлюсовыми средами. После обработки флюсованного сплава плазменной струей (вариант 7) высота заполнения трубок расплавом при всасывании увеличивается до 278 мм. Среднее значение жидкотекучести сплава при этом повышается на 53-54 %. Продувка сплава плазмопаровой смесью (вариант 8) позволяет увеличить заполняемость трубок металлом под действием разрежения до 310-315 мм, а жидкотекучесть сплава – в 2,4-2,5 раза по сравнению с исходным сплавом. Увеличение жидкотекучести сплавов при разных вариантах их обработки, по сравнению с флюсованием расплава колокольчиком, показана в таблице 2.

Таблица 2. Повышение значений жидкотекучести L сплава АК7 при разных способах газофлюсового рафинирования расплава

Показатель	Вариант обработки расплава							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Увеличение значений L в сравнении со сплавом, обработанным флюсом, %	0	14	33	13	28	39	42	49

Варианты обработки расплава: 1 – флюсование расплава колокольчиком; 2 – скоростными струями аргона; 3 – скоростными струями аргона флюсованного сплава; 4 – замешивание аргона в расплав активатором; 5 – замешивание аргона активатором в флюсованный сплав; 6 – плазменной струей флюсованного расплава; 7 – плазменной струей с парами флюса

Приведенные данные свидетельствуют о том, что после плазмофлюсового рафинирования расплава жидкотекучесть сплавов повышается в 1,8-2 раза по сравнению с обычным их флюсованием. Существенное увеличение жидкотекучести

сплавов при этом достигается за счет [5]: более глубокого рафинирования металла от включений и водорода; измельчения в сплавах оксидов, интерметаллидных фаз и микрогруппировок при плазмокинетическом воздействии на расплав.



Список литературы

1. Колесникова Т. П., Самарин А. М. Влияние марганца, хрома и ванадия на поверхностное натяжение жидкого железа // Изв. АН СССР, ОТН. – 1959. – № 5. – С.36-41.
2. Архаров В. И., Ершов Г. С., Новохатский И. А., Коваленко А. М. Влияние неметаллических включений на вязкость металлических расплавов // ДАН СССР. – 1970. – Т. 190. – № 2. – С. 366-368.
3. Наривский А. В. Исследование структурно-механических и фильтрационных характеристик алюминиево-кремниевых сплавов в интервале температур кристаллизации и их влияния на процесс питания отливок / Автореф. канд. дис. – К.: ИПЛ АН УССР. – 1976. – 34 с.
4. Справочник по чугунному литью / Н.Г. Гиршович. – Л.: Машиностроение, 1978. – 758 с.
5. Найдек В. Л., Наривский А. В. Повышение качества отливок из алюминиевых сплавов плазморегентной обработкой их расплавов. – К.: Наук. думка. – 2008. – 184 с.

Поступила 08.09.2014

УДК 621.74.011:669.35:532.64.08

Д. С. Каниболоцкий, А. М. Верховлюк, А. В. Железняк

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, Киев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ МЕДИ, ЦИНКА, МАРГАНЦА И ИХ СПЛАВОВ С ОГНЕУПОРНЫМИ МАТЕРИАЛАМИ

Проведен обзор литературных данных по поверхностному натяжению и плотности жидких меди, цинка, марганца и сплавов Cu-Zn и Cu-Mn, а также их контактному взаимодействию с поликристаллическим оксидом алюминия, кварцевым стеклом и графитом. Выбраны наиболее достоверные данные, рассчитаны температурные и концентрационные зависимости контактных углов смачивания. Исходя из литературных данных по плотности чистых компонентов, а также сплавов систем Cu-Zn-Pb и Cu-Zn-Sn, рассчитана плотность сплавов Cu-10,1 %мас. Zn, Cu-34,8 %мас. Zn и Cu-36,8 %мас. Zn в интервале температур от 1070 до 1250 °С.

Ключевые слова: медь, цинк, марганец, Cu-Zn, Cu-Mn, расплавы, поликристаллический оксид алюминия, кварцевое стекло, графит, смачивание, контактное взаимодействие, краевой угол смачивания, плотность, поверхностное натяжение.

Проведено огляд літературних даних про поверхневий натяг та густину рідких міді, цинку, марганцю та сплавів Cu-Zn і Cu-Mn, а також про їх контактну взаємодію з графітом, полікристалічним оксидом алюмінію та кварцовим склом. Вибрано найбільш достовірні літературні дані, розраховано температурні та концентраційні залежності контактних кутів змочування.