

соров, тракторов, гидромашин, печатных машин, ткацких станков, военной техники, железнодорожного транспорта и др.

Приглашаем к взаимовыгодному сотрудничеству по реализации наших технологических разработок в области высокопрочных чугунов.

УДК 621.74.011:669.35:532.64.08

А. М. Верховлюк, Ю. М. Левченко, Д. С. Каниболоцкий

Физико-технологический институт металлов и сплавов НАН Украины, г. Киев

СМАЧИВАНИЕ ОГНЕУПОРОВ РАСПЛАВАМИ СИСТЕМЫ Cu–Zn–Mn

Добавка марганца повышает твердость латуней без увеличения хрупкости. При этом они проявляют высокую прочность, хорошо обрабатываются давлением в горячем и удовлетворительно в холодном состояниях. Кроме того марганец заметно повышает коррозионную стойкость латуней в морской воде, хлоридах и перегретом паре. Поэтому сплавы системы Cu–Zn–Mn получили широкое применение в судостроении.

Для получения такого типа сплавов важно правильно подобрать материалы плавильных тиглей и форм, чтобы минимизировать взаимодействие расплава с твердой поверхностью. Известно, что медь плохо смачивает графит, алунд и кварцевое стекло. Однако добавки цинка и марганца в некоторой степени повышают адгезионное взаимодействие. В настоящее время проводится экспериментальное изучение смачивания указанных материалов жидкими сплавами Cu–10вес.%Zn–(0–2)вес.%Mn. Для интерпретации полученных данных, а именно для оценки степени отклонения от идеальных растворов, и для отработки методики расчета свойств трех- и многокомпонентных систем по данным для чистых компонентов был проведен литературный обзор процессов смачивания жидкими медью, цинком, марганцем и их сплавами графита и оксидов алюминия и кремния. Выбраны наиболее достоверные литературные данные, построены температурные зависимости контактных углов смачивания (θ). Показано, что в интервале температур от 1080°C до 1600°C θ жидкой меди на поверхностях алунда, кварцевого стекла и графита описывается соответствующими уравнениями: $\theta = 223,34 - 0,08072 \cdot t$; $\theta = 214,49 - 0,06333 \cdot t$ и $\theta = 142,32$, где t – температура в °C, а смачивание тех же подложек жидким цинком при температуре от 500°C до 700°C представляется соответственно зависимостями: $\theta =$

$51,36 + 0,3039 \cdot t - 0,000293504 \cdot t^2$; $\theta = 242,27 - 0,1861 \cdot t$ и $\theta = 76,82 + 0,25114 \cdot t - 0,000263056 \cdot t^2$. Эти уравнения могут быть использованы для экстраполяции θ на более высокие температуры, включая область перегретого жидкого цинка (температура кипения равна $906,2^\circ\text{C}$). Следует отметить, что на алунде и графите при температурах 1183°C и 1198°C , соответственно, температурные зависимости θ пересекают ось абсцисс, т.е. краевой угол смачивания становится нулевым. Поэтому для более высоких температур надо брать значение $\theta = 0$, а не отрицательные значения, получаемые из уравнений. Не выявлена зависимость от температуры краевого угла смачивания Al_2O_3 и графита жидким Mn, т.е. для этих подложек стоит использовать средние значения θ из всех экспериментальных данных: $78,25$ град. при от 1300°C до 1600°C и 139 град. при 1550°C , соответственно. Литературных данных по смачиванию кварцевого стекла жидким марганцем не обнаружено. Смачивание графита расплавами Cu–Mn от 0 до 55 ат. % Mn при 1120°C описывается зависимостью $\cos \theta = -0,81224 + 5,56468 \cdot X_{\text{Mn}} - 4,09678 \cdot X_{\text{Mn}}^2$, а при 1225°C – уравнением $\cos \theta = -0,72953 + 6,07151 \cdot X_{\text{Mn}} - 5,34687 \cdot X_{\text{Mn}}^2$, где X_{Mn} – атомная доля Mn. При добавке к меди 5 ат. % марганца θ на Al_2O_3 резко снижается, после чего дальнейшее увеличение концентрации Mn мало влияет на изменение θ . Так, при 1100°C и при X_{Mn} от 0,05 до 0,45 $\theta = 103,4 \pm 3$ град., тогда как для чистой меди при той же температуре $\theta = 135$ град. При 1200°C в том же концентрационном интервале θ описывается уравнением $\cos \theta = -0,15722 - 0,3870 \cdot X_{\text{Mn}} + 1,89255 \cdot X_{\text{Mn}}^2$, а при 1300°C – уравнением $\cos \theta = -0,08734 + 0,65021 \cdot X_{\text{Mn}}$.

Из значений $\cos \theta$ для чистых компонентов по аддитивности рассчитаны краевые углы смачивания указанных твердых материалов расплавами Cu–10 вес.%Zn; Cu–10%Zn–1,5%Mn и Cu–10%Zn–2%Mn при температурах от 1070°C до 1250°C . Рассчитанные значения θ для сплавов Cu–10%Zn хорошо согласуются с экспериментальными данными для всех использованных подложек. Для сплавов Cu–10%Zn–(1,5-2)%Mn расчетные значения согласуются с экспериментальными только для графита, тогда как для системы Cu–Zn–Mn– Al_2O_3 они оказываются завышенными. Для получения удовлетворительных расчетных данных по этой системе в уравнение надо вносить поправку, равную разнице между значением $\cos \theta$ для чистой меди и для расплава Cu–Mn с соответствующей концентрацией марганца.