

УДК 669-154:669.715.546.831:532.64

МІЖФАЗНА ВЗАЄМОДІЯ РОЗПЛАВІВ НА ОСНОВІ Al-Ni-Y З ВОГНЕТРИВКИМИ МАТЕРІАЛАМИ

Г. О. Ремізов, М. Я. Дідух

*Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут»*

Методом лежачої краплі досліджені міжфазні властивості в системах вогнетрив-розплав на основі алюмінію. Представлена експериментальна методика дослідження. Отримані дані по впливу температури та часу витримки на змочування кварцевого скла розплавом на основі $Al_{86}-Ni_6-Y_8$.

Методом лежащей капли исследованы межфазные свойства в системах огнеупор- расплав на основе алюминия. Представлена экспериментальная методика исследования. Получены данные по влиянию температуры и времени выдержки на смачивание кварцевого стекла расплавом $Al_{86}-Ni_6-Y_8$.

Phase boundary properties in the systems castable flux on the basis of aluminium were studied by the method of lying drop. Here pilot procedure of the study is represented. In the end were received results of the study as well as results of temperature and cure time of quartz watering with the melt $Al_{86}-Ni_6-Y_8$.

Вступ

Дані по міжфазній взаємодії вогнетривких матеріалів з рідкими компонентами систем Al – Ni – Y, а також розплавами на їх основі представляють як теоретичний, так і практичний інтерес. Існує ряд публікацій присвячених взаємодії міді, нікелю, алюмінію і їх сплавів з різними вогнетривкими матеріалами [1-4]. Саме вибір матеріалу футерівки відіграє важливу роль в отриманні високої якості аморфного сплаву. Найменша хімічна взаємодія сплав-матеріал стінки сприяє отриманню сплаву високої чистоти з відсутністю включень матеріалу футерівки, а також мінімальному зношуванню плавильного тигля.

Постановка задачі дослідження

Плавка сплавів типу метал-метал на основі алюмінію, а також їх отримання в аморфному стані різними методами пов'язані з суттєвими труднощами, які обумовленні високою хімічною активністю основних компонентів. Сильна реакційна спроможність даних розплавів приводить

до взаємодії з вогнетривкими матеріалами. Це являється причиною швидкого зношування плавильного тигля і металопроводу, зміни хімічного складу і забруднення металу, що суттєво знижує його спроможність до аморфізації. Міжфазні властивості розплавів котрі містять алюміній, цирконій, титан і другі елементи, в контакті з різними вогнетривкими матеріалами дослідженні в роботах [1–4]. Взаємодія розплавів і футерівних матеріалів на основі Al, Y визначається високою хімічною активністю до кисню. У зв'язку з цим такі задачі, як вибір вогнетривких матеріалів, визначення методів і температурно-часових режимів плавки, рафінування і розливання даних розплавів, потребують проведення дослідження по міжфазній взаємодії в системі твердий матеріал – рідкий метал.

Методика проведення експериментів

Дослідження міжфазних властивостей високотемпературних розплавів проводили методом лежачої краплі. Він широко відомий і методично достатньо обґрунтований. Зазвичай вимірювання проводять при краєвому куті змочування і $\theta \geq 90$ [6]. Вимірювання при $\theta \leq 90$ град менш точні, але їх можна також використовувати для вимірювання поверхневого натягнення. В основному використовується дві методики вимірювання параметрів рідкої краплі на підкладці. По першій вимірюють екваторіальний радіус r і відстань h від вершини до екваторіальної площини. В цьому випадку капілярна постійна розраховується по формулі [5]:

$$a^2 / r^2 = (h / r)^2 - 0.66 (H / R)^3 \cdot [1 - 4,05(h/r)^2] \quad (1)$$

де a – капілярна постійна;

H – відстань від вершини краплі до вершини кута ϕ ;

R – діаметр краплі.

У іншому варіанті проводять дотичні до профілю краплі під кутом 45 град і вимірюють максимальний діаметр краплі $2r$ і відрізок H , що утворюється проведеними дотичними лініями з бісектрисою, співпадаючою з віссю обертання краплі. Капілярна постійна в цьому випадку розраховується по формулі:

$$a^2 / r^2 = 0,05200 / (H/r - 0,41421) - 0,12268 + 0,0481 (H/r - 0,04421) \quad (2)$$

Дослідження поверхневих властивостей розплавів проводили на установці зображеною на рис. 1. Вона містить камеру нагріву 1, виконану в суцільнометалевому водоохолоджуваному корпусі, оглядові вікна (2) і (3). Для підсвічування і відеозйомки відповідно, фланець (4) для приєднання до камери дифузійного насоса (5), який, у свою чергу, сполучений з вакуумним постом (6).

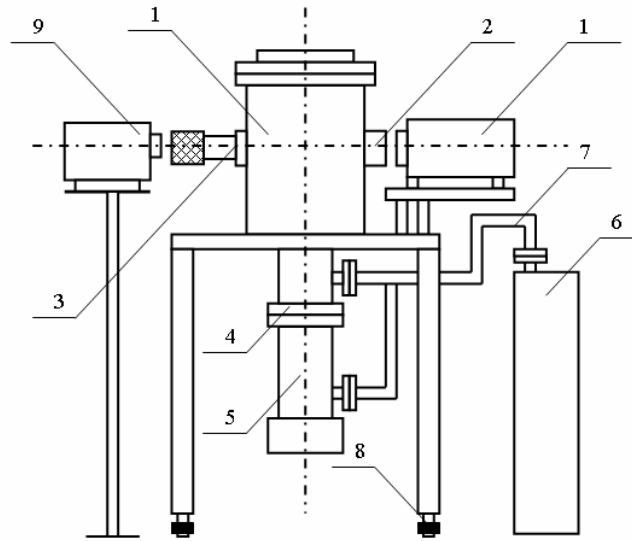


Рис.1 Схема установки для вивчення поверхневих властивостей розплавів методом лежачої краплі

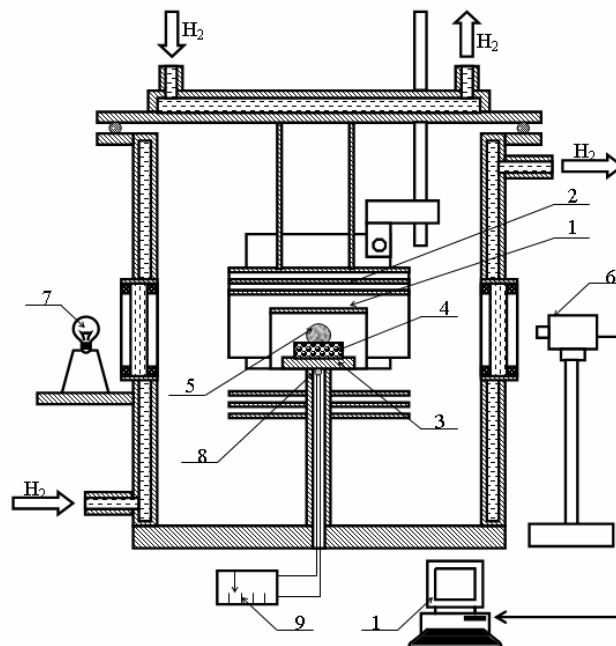


Рис.2 Схема робочої камери високотемпературної установки для вивчення поверхневих властивостей розплавів методом лежачої каплі

Дифузійний насос з'єднується з вакуумним постом магістраллю (7), виконаною із сталевих труб. Установка виставляється в горизонтальне положення за допомогою гвинтів (8).

На рис. 2 представлений розріз камери нагріву із столиком і краплею розплаву на підкладці.

Піч містить молібденовий нагрівач (1) і набір молібденових екранів (2). На столику (3) встановлюється підкладка з досліджуваного матеріалу (4), на якій розміщується крапля розплаву (5). Установка дозволяє проводити дослідження у вакуумі і атмосфері інертного газу до температур 1773 К і 1723 К відповідно. У експериментах застосовували систему автоматичного захоплення профілю краплі (відеокамера (6) марки GR – DVL 9600) і обробки її зображення за допомогою персонального комп'ютера. Для проведення вимірювань на столик поміщали підкладку з досліджуваного матеріалу з навішуванням розплаву масою 0,5 – 1,5 гр.

Експерименти проводили у вакуумі ($P = 1,7 \times 10^{-2}$ Па) і атмосфері високочистого гелію марки «А» (ТУ 14299304 – 002). Температуру вимірювали з допомогою платино-платинорідієвої термопари ПП (8), гарячий спай, який знаходився поблизу зони контакту підкладки з розплавом.

Результати досліджень

Температурні залежності контактного кута змочування θ розплавом $Al_{86}-Ni_6-Y_8$ різних вогнетривких матеріалів приведені на рис. 3. Видно, що краще всього проявили себе підкладки із оксиду алюмінію і алунду. Перший матеріал не змочується даним розплавом до температури 1673 К. При цьому контактний кут знаходиться в інтервалі 135 – 142 град.

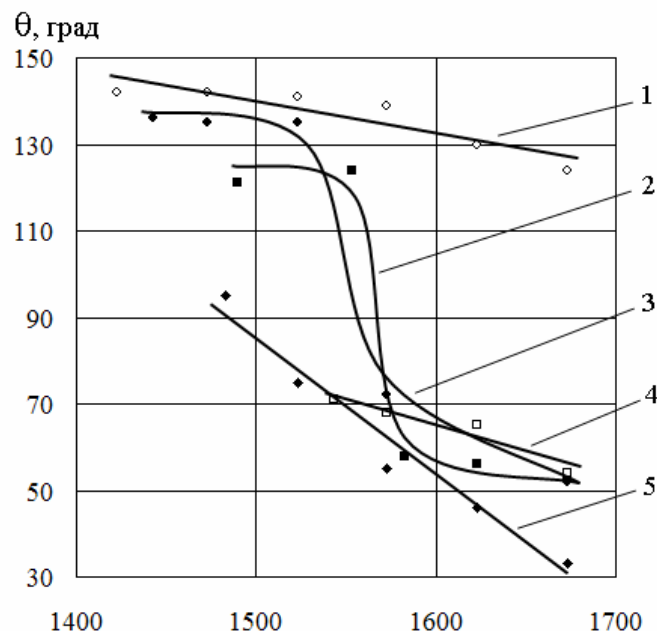


Рис. 3 Температурні залежності контактного кута змочування розплавом $Al_{86}-Ni_6-Y_8$ вогнетривких матеріалів:

1 – оксид алюмінію; 2 – кварцове скло; 3 – алунд; 4 – кварцове скло (розплав з добавкою MgO); 5 - Y_2O_3

Алунд починає змочуватись при температурі 1573 К. Витримка його при даній температурі приводить до зменшення кута θ (до 68 град). Аналогічно алунду веде себе підкладка із кварцового скла. В системі оксид ітрію – розплав матеріал із пресованого Y_2O_3 починає змочуватись при температурі 1523 К, при цьому $\theta \approx 63$ град.

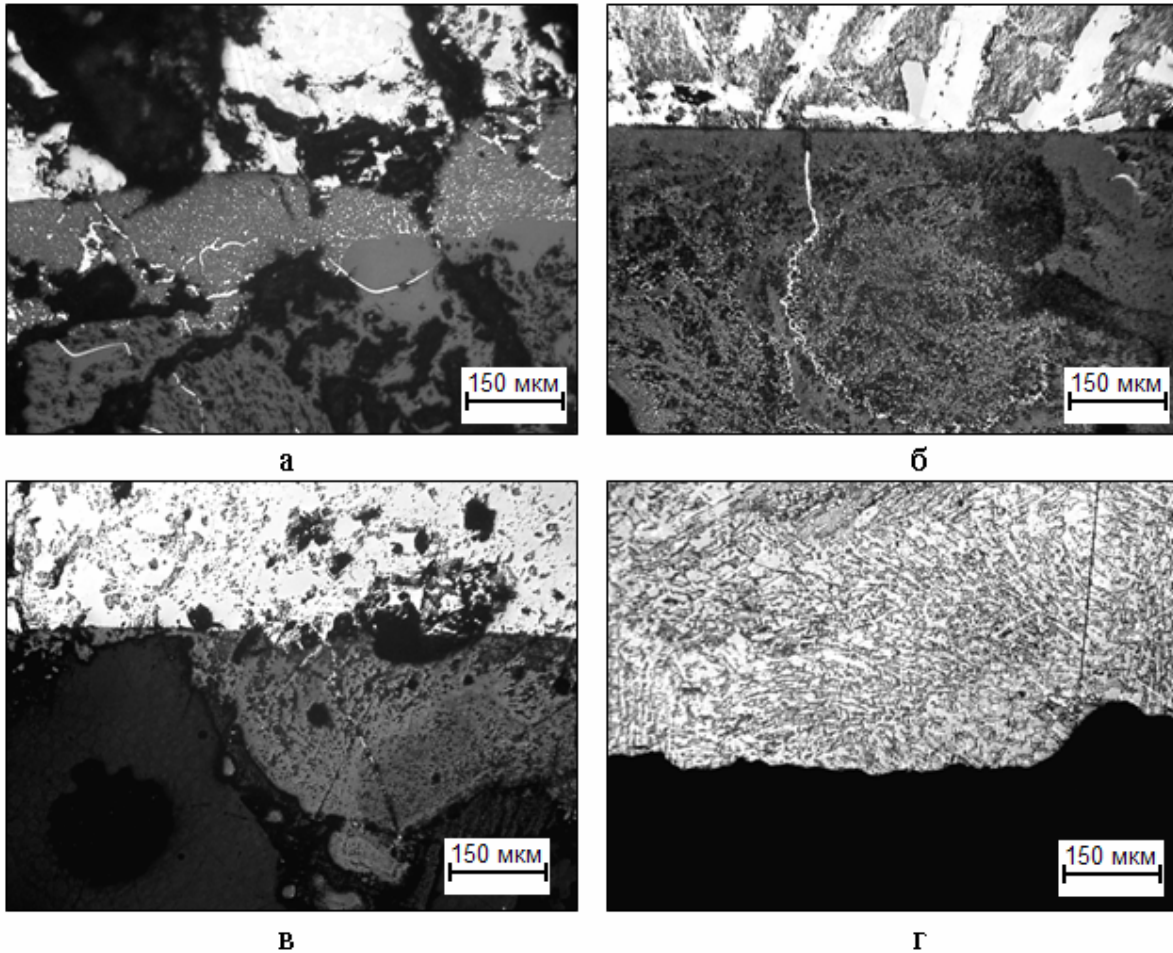


Рис. 4. Зображення міжфазних границь в системі вогнетривний матеріал-розплав $Al_{86}Y_8Ni_6$: а – оксид ітрію; б – кварцове скло; в – кварцове скло (розплав з добавкою магнію); г – алунд

Різке зменшення значення контактного кута змочування при високій температурі, можливо зумовлено розривом міцної поверхневої плівки, яка в основному утворена із оксидів.

Таким чином, збільшення температури і збільшення часу витримки приводять до різкого зменшення контактних кутів змочування і до пропитування розплавом вогнетривких матеріалів (рис. 4). Характерно те, що розплав пропитує оксидні матеріали в різних місцях не на однакову глибину. Це пов'язано по-перше зі структурою вогнетривкого матеріалу, і

по-друге з концентрацією на міжфазній границі тверде тіло-рідина залишків оксидних плівок складного складу.

Висновки

Методом лежачої каплі дослідженні поверхневі властивості розплаву $Al_{86}-Ni_6-Y_8$.

Вибрані вогнетривні матеріали для плавлення і отримання сплаву на основі алюмінію в аморфному стані.

Для плавлення і розливання сплаву $Al-Ni-Y$ можна використовувати тиглі і металопроводи виготовленні із кварцевого скла та алунду, в інтервалі температури до 1523 К.

Література

1. Самсонов Г.В. Физико-химические свойства окислов: Справ. М.: Металлургия, 1978. 455 с.
2. Еременко В.Н., Ниженко В.И., Скляренко Л. Л. Влияние циркония на поверхностные свойства жидкого никеля // Поверхностные явления в расплавах и возникающих из них твердых фазах. Нальчик: Кабард.-Балкар, кн. изд-во, 1965. С.302—305.
3. Красовский В.Н., Найдич Ю.Я., Красовская Н.А. Поверхностное натяжение и плотность медь-титановых расплавов // Расплавы. 2003. №4. С. 18—24.
4. Красовский В.П., Найдич Ю.В., Красовская Н.А. Температурная зависимость поверхностного натяжения и плотности медь-циркониевых расплавов // Расплавы. 2004. №3. С.38—44.
5. Миссол В. Поверхностная энергия раздела фаз в металлах. – М.: Металлургия, 1978. – 176 с.
6. Найдич Ю. В. Контактные явления в металлических расплавах. – Киев: Наукова думка, 1972. – 196 с.