**Безпалий Андрій Анатолійович. Дослідження процесів міжфазної взаємодії та розробка оптимальної технології плавки сплавів на основі цирконію та алюмінію, що аморфізуються. : Дис... канд. наук: 05.16.04 – 2007**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Безпалий А.А. Дослідження процесів міжфазної взаємодії та розробка оптимальної технології плавки сплавів на основі цирконію та алюмінію, що аморфізуються. Рукопис.**  **Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04. – ливарне виробництво. Фізико-технологічний інститут металів та сплавів НАН України, Київ, 2007.**  Дисертація присвячена дослідженню міжфазної взаємодії розплавів на основі цирконію та алюмінію з вогнетривкими матеріалами та розробці технології плавки сплавів та їх отримання ливарними методами в аморфному стані. В роботі вивчено вплив температури, часу витримки, добавок четвертого та п’ятого елементів на процеси міжфазної взаємодії сплавів Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 і Al86Ni6Y8 з вогнетривкими матеріалами. Встановлено, що збільшення температури та часу витримки приводить до покращення змочування та зростання роботи адгезії для всіх вивчених систем. Визначено, що матеріалами найбільш стійкими по відношенню до розплаву на основі цирконію є плавлений оксид ітрію (до температури 1383 К) та кварцове скло (до 1293 К), а до розплаву на основі алюмінію – оксид алюмінію та кварцове скло (до 1523 К). Визначено температурний інтервал (від 1343 К до 1523 К), в якому добавки магнію або ітрію в розплав Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 проявляють рафінуючий вплив та перешкоджають його взаємодії з вогнетривом. Вивчено ливарні властивості сплавів: Zr47Cu53, Zr47Cu43Ni10, Zr46Cu47Al7, Zr65Cu17,5Ni10Al7,5, Al86Ni6Y8,Al20Ni25Y55, Al15Ni40Y45. Отримано температурні залежності їх рідкоплинності. На підставі отриманих результатів розроблена технологія плавки та отримання цих сплавів в аморфному стані ливарними методами. Створено установки для отримання аморфних заготовок методами вакуумного всмоктування та стопорної заливки. Вивчено вплив температури нагріву та часу витримки на фізико- механічні властивості аморфного сплаву Zr65Cu17,5Ni10Al7,5. Встановлено, що збільшення температури від 683 К до 729 К та витримка (20 хвилин) приводять до утворення в аморфній матриці нанокристалічної фази, що є причиною збільшення міцності та твердості зразків. | |
| |  | | --- | | 1. Отримано температурні залежності константи рівноваги та зміни енергії Гібса для реакцій взаємодії компонентів розплавів на основі цирконію і алюмінію з оксидами, карбідами і нітридами. Визначено, що для плавки сплавів систем Zr – Cu – Ni – Al і Al – Ni – Y можна використовувати матеріали на основі наступних хімічних сполук: Al2O3, MgO, BaO, BeO, CaO, ThO2, CeO, Y2O3, Be3N2, TiC. Окрім того, встановлено, що для рафінування розплаву від кисню і неметалевих включень (ZrO2, Al2O3), придатні ітрій, лантан, кальцій, торій, барій, магній.  2. Вперше методом лежачої краплі вивчено вплив температури та часу витримки на міжфазні властивості в системах розплав (Zr65Cu17,5Ni10Al7,5або Al86Ni6Y8) – вогнетрив (оксид алюмінію, алунд, кварцове скло, плавлений оксид ітрію, оксид цирконію, цирконат кальцію, нітрид алюмінію, карбонітрид бора). Одержано аналітичні залежності густини і поверхневого натягу цих розплавів від температури. Показано, що підвищення температури від Тпл до 1523 К (для розплаву Zr65Cu17,5Ni10Al7,5) і 1623 К (для Al86Ni6Y8) сприяє зменшенню їх густини (на 9 % для розплаву Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 і на 5 % для Al86Ni6Y8), а також поверхневого натягу (на 4 % для Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 і на 10 % для Al86Ni6Y8).  З’ясовано, що збільшення температури і часу витримки приводить до зниження контактних кутів змочування для всіх вивчених вогнетривів. Визначено, що матеріалами, найбільш стійкими до розплаву на основі цирконію, є плавлений оксид ітрію (до температури 1383 К) і кварцове скло (до 1293 К), а до розплаву на основі алюмінію – оксид алюмінію і кварцове скло (до 1523 К).  3. Досліджено вплив добавок магнію, ітрію і лантану на міжфазні властивості в системі розплав Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 – кварцове скло. Встановлено, що при температурах вище 1443 К добавки магнію (до 1,38 %, мас. дол.) й ітрію (до 0,72 %, мас. дол.) істотно знижують активність кисню і утворюють оксиди, які концентруються на міжфазній границі рідке – тверде та захищають робочу поверхню вогнетриву від взаємодії з розплавом. Визначено, що добавки лантану (0,2 %, мас. дол. – 1,8 %, мас. дол.) в розплав Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 проявляють поверхневі властивості та знижують контактні кути змочування ним кварцового скла.  4. Вивчено вплив температури та часу витримки на кінетику міжфазної взаємодії в системі розплав Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 – вогнетрив (плавлений оксид ітрію, кварцове скло, алунд). З’ясовано, що тридцятихвилинна витримка при температурах 1273 К і 1373 К не приводить до взаємодії і руйнування даних вогнетривів. Підвищення температури до 1523 К та ізотермічна витримка (30 хвилин) сприяє утворенню на границі розділу вогнетрив – алунд або кварц перехідних зон. В системі розплав – оксид ітрію перехідна зона утворюється при температурі 1623 К.  5. Розроблено технологічні режими плавки сплавів на основі цирконію і алюмінію для отримання їх в аморфному стані. Технологія плавки включає наступні етапи:  – попередній переплав та витримку шихтових матеріалів при температурі Тпл + 100 К і вакуумі (Р 1,210-2 Па);  – індукційну вакуумну плавку сплавів в керамічних тиглях (для сплаву Zr65Cu17,5Ni10Al7,5 – алундові і кварцові тиглі до температури 1373 К, тиглі з плавленого оксиду ітрію – до 1523 К; для сплаву Al86Ni6Y8 – тиглі з кварцового скла і алунду – до 1523 К) та десятихвилинну витримку розплавів перед заливкою.  Вдосконалено методи та виготовлено установки для отримання аморфних заготовок. Вони дають змогу розплавити попередньо приготовлений сплав в атмосфері інертного газу або у вакуумі, перегріти його на 100 К та розлити в мідні водоохолоджувані форми за допомогою вакуумного всмоктування або стопорної заливки.  6. Вперше досліджено ливарні властивості сплавів: Zr47Cu53, Zr47Cu43Ni10, Zr46Cu47Al7, Zr65Cu17,5Ni10Al7,5, Al86Ni6Y8,Al20Ni25Y55, Al15Ni40Y45. Отримано температурні залежності їх рідкоплинності. Показано, що зі збільшенням температури перегріву на кожні 10 К рідкоплинність цих сплавів покращується на 5 – 15 %.  7. Вивчено вплив температури нагріву і часу витримки на фізико-механічні властивості аморфного сплаву Zr65Cu17,5Ni10Al7,5. Показано, що підвищення температури нагріву таких зразків від 683 К до 729 К приводить до підвищення їх міцності (на 450 МПа) та твердості (на 140 одиниць по Віккерсу). Це зумовлено утворенням в аморфній матриці нанокристалічної фази в кількості 5 – 10 %. Двадцятихвилинна витримка зразків при цих температурах істотно збільшує долю цієї фази (до 50 – 60 %), в результаті чого характеристики міцності зростають ще більше (в збільшується на 1950 МПа, а HV – на 620 одиниць).  Для аморфних сплавів системи Al – Ni – Y встановлено, що збільшення концентрації нікелю в них від 6 до 15 %, ат. дол. приводить до підвищення міцності на 600 МПа, а твердості – на 200 одиниць. | |