

Плакування частинок залізного порошку приводить до зменшення пористості брикетів до 5...6%, що пояснюється тим, що на цій стадії пресування відбувається переукладання частинок, а зміна форми ближче до сферичної та збільшення розміру частинок порошку після плакування призводить до зменшення контактів і, відповідно, зниження внутрішнього тертя між частинками.

Аналіз структури зразків, отриманих із композиційного порошку, показав, що після пресування спостерігається консолідація частинок залізного порошку, оточених шаром мідного покриття. Спінання зразків при температурі 1150 °С у вакуумі, призводить до ущільнення матеріалу до пористості близько 2%, що відбувається в результаті рідкофазного спікання. При цьому спостерігається витончення шарів покриття внаслідок дифузії міді у залізо.

Мусаєв В.А.¹, Попіль В.С.¹, Габ А.І.¹, Малишев В.В.^{1,2}
(¹Університет «Україна»; ²Інститут загальної та неорганічної хімії, м. Київ)
**ПОСТІЙНОСТРУМОВЕ ЕЛЕКТРООСАДЖЕННЯ ПОКРИВІВ
ТИТАНУ НА ВУГЛЕЦЕВІЙ СТАЛІ**
E-mail: viktor.malyshev.igic@gmail.com

Електроосадження титану є важливим методом захисту від корозії у морській воді та хімічних середовищах. Зроблено багато спроб для одержання титанових електроосадів з органічних, водних і розплавлених сольових середовищ, але чистий титан добуто лише з останніх, особливо з хлоридних, фторидних і хлоридно-фторидних розплавів. З хлоридних розплавів, в основному, утворюються порошкові або дендритні осади через існування трьох малостійких окиснених станів титану та реакцій диспропорціонування. У фторидних розплавах існують лише два окиснені стани титану; висока стійкість титаново-фторидних комплексів призводить до відновлення титану в дві стадії.

Щільні, однорідні осади чистого титану одержано постійнострумовим електролізом розплавів $\text{NaF-K}_2\text{TiF}_6$ за температури 1223...1273 К і $\text{LiF-NaF-KF-K}_2\text{TiF}_6$ за температур 973 К і 1073 К. Проте такі покриття стають шорсткими та інколи дендритними, якщо зростають катодна густина струму і/або тривалість осадження. У хлоридно-фторидних розплавах щільні титанові покриття, так само як порошкові й дендритні осади, можна одержати, варіюючи співвідношення $[\text{F}^-]/[\text{Cl}^-]$. Залежно від металевої основи та температури електролізу, в розплавлених солях під зовнішнім шаром титану можуть утворюватися інтерметаліди. Такі ж явища спостерігали на міді, нікелі та залізі. В технологічному аспекті слід враховувати агресивність фторидних і хлоридно-фторидних (зі значним вмістом фторидів) розплавів до конструкційних матеріалів електролізера.

Для приготування електроліту хлориди натрію та калію марки о. с. ч. сушили за температури 523...573 К протягом 10...12 год і потім переплавляли під вакуумом. Фторид натрію марки о. с. ч. попередньо сушили за температури 473...523 К і переплавляли. Трихлорид титану одержували взаємодією тетрахлориду титану із стехіометричною кількістю попередньо подрібненого йодиду титану за температури 1073...1173 К.

Постійнострумове електроосадження здійснювали на сталевих пластинах за температури 1023...1223 К, катодної густини струму 25...80 $\text{mA}\cdot\text{cm}^2$ протягом 1 год. Найвищу ефективність катодного струму (між 67 і 90%) одержали за температури 1073 К. За температури 1123 К найвищу ефективність (60%) одержали для дуже низької густини струму (25 mA/cm^2). За температури 1223 К ефективність завжди була нижче за 35%. Низькі значення ефективності струму, визначені за найвищих температур, можна пояснити більшим внеском відновлення йонів калію в загальний струм. Присутність значної кількості конденсованого калію на внутрішніх стінках електролізера підтверджує ці припущення. За температури 1073 К покриття були суцільними, але шорсткішими та більш дендритними, ніж за температури 1023 К.

Поперечні перерізи осадів являють собою один шар чистого титану після електролізів, проведених за температур 1023...1073 К і три шари для електроосадження, проведеного за температур 1123...1173 К. Електроннозондовим мікроаналізом виявлено, що шари складаються з інтерметалічних сполук Fe₂Ti (біля сталевий основи), FeTi (проміжний шар) і чистий титан (зовнішній шар). Область Кіркендала на межі поділу Fe₂Ti/сталь, яка утворена завдяки вищій швидкості дифузії заліза у титан, ніж навпаки, чітко помітна на титановому осаді, одержаному за температури 1223 К. Така область дефектів є характерною для щільноприлеглих покривів. Наявність тріщин у титанових покривах, одержаних за температури 1223 К, може бути зумовлена фазовим переходом титану з об'ємноцентрованої кубічної до гексагональної кристалічної ґратки за температури 1155 К під час охолодження. Морфологія покриву, одержаного за температури 1023 К постійнострумовим нанесенням показує, що дендрити ростуть перпендикулярно до поверхні. Нижчу ефективність катодного струму можна віднести до втрат дендритів під час електролізу та наступного відмивання.

**Нурадинов А.С., Шейгам В.Ю., Пригунова А.Г., Цир Т.Г., Шеневидько Л.К.
(ФТИМС НАН України, г.Київ)**

УПРАВЛЕНИЕ ФОРМИРОВАНИЕМ СТРУКТУРЫ ОТЛИВОК ПРИ ПОМОЩИ ВИБРИРУЮЩЕГО КРИСТАЛЛИЗАТОРА

Накопленные к настоящему времени экспериментальные и теоретические данные раскрывают возможность активного воздействия на процессы кристаллизации, формирование структуры и свойств отливок, слитков и литых заготовок путем использования различных приемов внешнего физического воздействия на жидкий и кристаллизующийся металл (вибрация, ультразвук, электромагнитное перемешивание и т.п.). Но для эффективного управления этими процессами необходимо дальнейшее развитие теории кристаллизации металлов и сплавов на базе фундаментальных исследований процессов формирования кристаллической структуры в условиях силовых воздействий на затвердевающий металл. Широкие перспективы в этом плане представляет физическое моделирование процессов кристаллизации и структурообразования сплавов на прозрачных органических средах. В настоящей работе изучено формирование структуры отливок из сплава камфена (90%) с трицикленом (10%) под действием вибрирующего кристаллизатора в поверхностном слое затвердевающего расплава. Температура ликвидус моделирующего сплава равна 45 °С, солидус – 42 °С.

В процессе моделирования проводили эксперименты без кристаллизатора, с неподвижным и вибрирующим кристаллизатором.

В первой серии экспериментов в форму заливали моделирующий сплав с перегревом выше температуры ликвидус (2±0,8) °С и фиксировали процесс его затвердевания. Во второй – в перегретый расплав на глубину 8...10 мм опускали неподвижный кристаллизатор, который имел комнатную температуру. При этом практически одновременно на всей его поверхности образуются кристаллы, которые растут перпендикулярно поверхности кристаллизатора (рис. 1). Затем направление роста кристаллов становится хаотичным, вплоть до полного затвердевания расплава.

В третьей серии опытов в нагретый до тех же температур моделирующий сплав устанавливали вибрирующий кристаллизатор, который, как и в предыдущем опыте, имел комнатную температуру. При введении вибрирующего кристаллизатора с него осыпаются отдельные кристаллы и их конгломераты, со временем формируя сплошной поток (рис. 2). На дне формы образуется насыпной конус кристаллов. При перемещении кристаллизатора в другое место картина повторяется. Процесс осыпания является непрерывным и позволяет создавать центры кристаллизации в заданных зонах отливки.