

морфологію електроосаженого молібдену. Результати свідчать про те, що розчинність  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  є мінімальною для чистого формиату амонію і зростає зі зростанням концентрації  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Розчинність  $\text{Na}_2\text{MoO}_4$  в розплавах формиату амонію є меншою порівняно з розчинністю сполук перехідних металів і зростає зі зростанням концентрації  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Така поведінку можна пояснити утворенням амінокомплексів з аніонами молібдату. В розплавленому формиаті амонію з додаванням  $\text{NH}_4\text{Cl}$  утворюється осад, що складається з щільних і однорідних зерен, а в розплаві без додавання  $\text{NH}_4\text{Cl}$  осаджується неоднорідний шар. Отримання осадів з вищим вмістом молібдену можливе з  $\text{HCOONH}_4\text{-NH}_4\text{Cl}$  системи, в якій  $\text{NH}_4\text{Cl}$  додано в якості допоміжного електроліту. Тому дослідження комплексоутворення йонів молібдату в розплавлених амідних сумішах є досить цікавим з огляду на можливість електроосаження молібдену з низькотемпературних розплавів.

**Мініцький А.В., Радчук С.В., Мініцька Н.В., Ковтун Б.І.**  
*(КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ)*

### **ОТРИМАННЯ ПЛАКОВАНИХ ЗАЛІЗНИХ ПОРОШКІВ ДЛЯ МАТЕРІАЛІВ КОНСТРУКЦІЙНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

E-mail: minitsky@i.ua

Плакування залізного порошку металевими компонентами дозволяє отримати структуру, яка відрізняється від структури, отриманої при звичайному механічному змішуванні легувальної добавки із залізним порошком та забезпечує більш високі фізико-механічні характеристики. Це дозволяє стверджувати, що матеріали, отримані із плакованих залізних порошків, є більш перспективними з точки зору їх подальшого застосування для конструкційних матеріалів, що працюють в умовах високих динамічних навантажень.

Метою даної роботи було дослідження впливу плакування міддю на зміну фізичних властивостей частинок залізного порошку та вивчення процесу структуроутворення матеріалів на основі композиційних порошків.

Отримання плакованих порошків проводилось методом хімічного осаження із розчинів солей міді з використанням різних відновлювачів та комплексоутворювачів. Процес нанесення покриття шляхом хімічного відновлення забезпечує отримання відносно рівного по товщині і якості покриття на поверхні частинок залізного порошку (рис. 1).

Встановлено, що плакування частинок залізного порошку призводить до зміни їх форми. При цьому, товщина покриття на частинках відрізняється, що обумовлено різною поверхневою площею та формою вихідних залізних частинок. Так, на частинках з більш розвиненою поверхнею, спостерігається більш товстий шар покриття до 20 мкм.

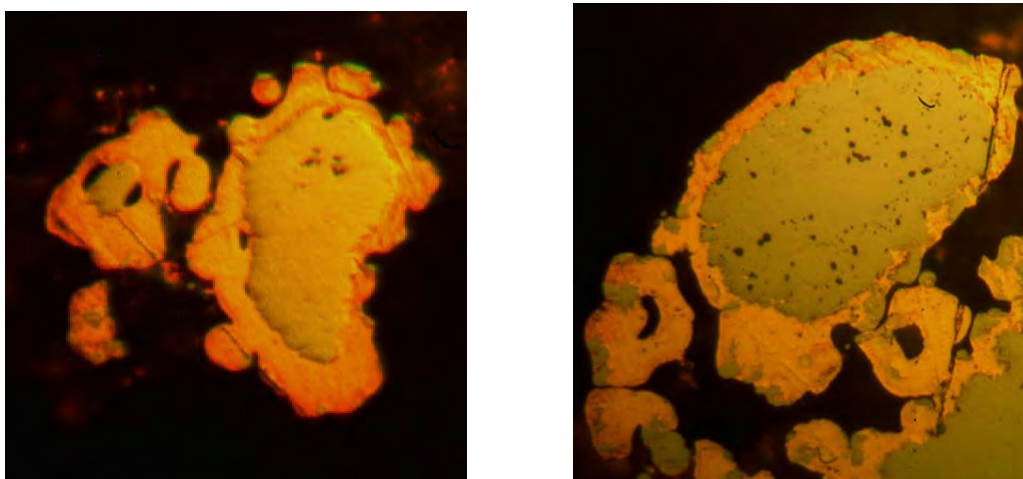


Рис. 1. Мікроструктура залізних порошків, плакованих міддю

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.<sup>1</sup>, Попіль В.С.<sup>1</sup>, Габ А.І.<sup>1</sup>, Малишев В.В.<sup>1,2</sup>**  
(<sup>1</sup>Університет «Україна»; <sup>2</sup>Інститут 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  $\text{mA}/\text{cm}^2$ ). 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.