

Корисна модель відноситься до області нанотехнологій, зокрема до способів отримання колоїдних розчинів з колоїдними частинками, що містять метал, і може бути використана для виготовлення каталізаторів, сорбентів, косметичних засобів, лікарських препаратів, харчових і біологічно активних добавок, медичних виробів, матеріалів медичного і косметичного призначення тощо.

Відомі способи отримання колоїдних розчинів металів обробкою розчинів хімічних сполук, що містять метал, різними відновниками, наприклад, бороводнем [ЕПВ заявка №369546, кл. B01J13/00, 1990г.]. Отримані у такий спосіб колоїдні розчини містять катіони і аніони продуктів реакції відновлення, для звільнення від яких потрібна додаткова операція, зокрема, діалізу.

Відомі способи отримання срібловмісних бактерицидних композицій - протеїнетів срібла: протарголу і коларголу [М.Д. Машковський. Лекарственные препараты, 1973г., Медицина, стр.103, 401]. Головним недоліком відомих способів отримання колоїдних препаратів срібла є те, що технологічні процеси їх отримання дуже тривалі. Загальні витрати часу на отримання протарголу складають близько 200 годин, а при виготовленні коларголу витрати часу досягають 2-х тижнів.

Відомий спосіб отримання колоїдних розчинів таких металів, як золото, срібло, мідь, платина, в яких розмір частинок не перевищує 27нм [Патент РФ №2088328, кл. B01J13/00, 1997г.]. Відомий спосіб передбачає використання готового органозоля (що є розміщеною у воді композицією: метал-нафталін), перегонку системи вода-композиція і відгону нафталіну з водяною парою з подальшою екстракцією агрегатів колоїдного металу органічними розчинниками, а також подальшу обробку агрегатів металу у воді ультразвуком до утворення колоїдного розчину.

Реалізація вказаного способу вимагає складного підготовчого процесу, що полягає в попередньому створенні органозоля і збільшенні тим самим часу отримання колоїдних розчинів із заданими властивостями. Крім того, частинки металу в колоїдному розчині знаходяться в кристалічному стані, що знижує активність препаратів.

Відомий також спосіб отримання колоїдних розчинів металів електричним методом в органічному середовищі [Э.М. Натансон, Коллоидные металлы, Киев: издательство Академии наук УССР, 1959г., стр.19-24; 91-98]. Продукти, отримані відомим методом, є органозолями, причому спосіб їх отримання здійснюється в дві стадії і заснований на електролізі і подальшому розчиненні металу. Катодний осад металу отримують електрохімічним відновленням водних розчинів сульфату або хлориду металу на катоді при концентрації солі металу 20...20,2г/л. Для розчинення гідроокису металу, що утворюється при електролізі, у водний розчин солей металу додають солі амонію і/або мурашиної кислоти. Електроліз проводиться у ванні, що має два шари - водний і масляний, межа розділу між якими підтримується на постійному рівні. Катод з осадом, що виділився на ньому, періодично переноситься з водного шару розчину в масляний органічний шар, де рихлий порошкоподібний осад металу змивається з електроду і диспергується.

Недоліком способу є низька продуктивність і знаходження частинок металу в колоїдному розчині в кристалічному стані, що знижує активність препаратів.

Найбільш близьким до пропонованого є спосіб отримання колоїдних розчинів металів електричним методом шляхом пропускання електричного струму через електроди при зміні швидкості процесу розчинення металу в умовах циклічної зміни полярності електродів кожні 10с, зниження напруги з 1,8 до 0,2В і використання водного розчину органічної сполуки з концентрацією 0,1...100ммоль в літрі. При цьому метали вибирають з групи, що складається з Ag, Au, Co, Fe, Ni [Патент России №2238140. Способ получения коллоидных растворов металлов. МПК7 B01J13/00. Опубл. 20.10.2004].

Недоліками способу є низька продуктивність і знаходження частинок металу в колоїдному розчині не в аморфному, а в кристалічному стані, що знижує активність препаратів. Низька продуктивність обумовлена дуже низькою потужністю електричного струму, що протікає через метал.

В основу корисної моделі поставлена задача підвищення продуктивності способу і отримання колоїдних розчинів з металевими частинками в аморфному стані.

Запропонований, як і відомий спосіб отримання колоїдних розчинів металів заснований на пропусканні електричного струму через металеві електроди, і, відповідно до цієї пропозиції, колоїдні розчини металів отримують електричними вибухами ділянок поверхні металевих електродів і металевих гранул, що знаходяться в електричному ланцюзі, шляхом дії на них імпульсним електричним струмом з амплітудою імпульсів більш 1000А і тривалістю імпульсів менше 100мкс і охолодженням продуктів вибухів у воді, при цьому температуру води встановлюють в межах 0...4°C.

Колоїдні розчини металів отримують електричними вибухами ділянок поверхні металевих електродів і металевих гранул шляхом дії на них імпульсним електричним струмом з амплітудою імпульсів більш 1000А і тривалістю імпульсів менше 100мкс і охолодженням продуктів вибухів у воді при температурі води 0...4°C. Це дозволяє отримувати імпульси високого тиску на локальних ділянках поверхні металевих гранул, перевести метал на поверхні гранул в рідкий стан і різко охолодити у воді утворені при вибухах наночастки, що переводить метал в аморфний стан.

Аморфний стан металу, з якого складаються наночастки, додає колоїдним частинкам нові фізичні властивості. Кристалічний і аморфний стани тіла різняться за такими своїми фізичними властивостями, як розчинність, температура плавлення, твердість, питома вага. Тіла в аморфному стані мають нижчі точки плавлення, меншу питому вагу і меншу твердість, більшу розчинність і доступніші дії хімічних агентів. Металевий нанопорошок в аморфному стані спалахує на повітрі без якого-небудь нагріву. Ті ж самі метали таких же розмірів, але в кристалічному стані спалахують лише при достатньо високому нагріві - до 300...400°C, а грубозернисті частинки металу, наприклад, молибдену на повітрі практично не спалахують до 1000°C. Нанорозмірні кристалічні метали по своїй активності різко поступаються активності нанорозмірних безструктурних аморфних металів. Наприклад, застосування добавок аморфних нанорозмірних порошоків молибдену в процесі полімеризації поліфеніл сульфідів дозволяє збільшити їх зносостійкість на порядок, тоді як добавки нанокристалічних порошоків молибдену приблизно таких же розмірів підвищували зносостійкість всього лише на 20-30% [Malkhasyan R.T., Pogosian A., Makaryan V., Isajanyan A. -Proceedings of MRS FALL MEETING. 2003. V.795, p.273-279]. При зворотному переході речовини з аморфного стану в кристалічне виділяється багато тепла, а також спостерігаються світлові явища. Наприклад, температура переходу в кристалічний стан для аморфних порошоків вольфраму і молибдену знижується до 1000...1100K [Р.Т. Малхасян. Доклады национальной Академии Наук Армении, 2004, Том 104, №4].

Спосіб здійснюють таким чином.

Колоїдні розчини металів отримують вибуховим диспергуванням металевих гранул, що знаходяться в реакторі в деіонізованій воді, шляхом дії на них імпульсами електричного струму з амплітудою імпульсів більш 1000А і тривалістю імпульсів менше 100мкс. Потужні і короткі імпульси струму приводять до сублімації металу в точках контактів металевих гранул.

При проходженні через ланцюжки металевих гранул імпульсів електричного струму, в яких енергія імпульсів перевищує енергію сублімації випарованого металу, в точках контактів металевих гранул один з одним виникають іскрові розряди, в яких здійснюється вибухоподібне диспергування металу. У каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. Ділянки поверхні металевих гранул в зонах іскрових розрядів плавляться і вибухоподібно руйнуються на найдрібніші частинки і пару. Продукти руйнування розлітаються з швидкостями, що перевищують 1 км/с, і дуже швидко охолоджуються в рідині. В результаті в рідині накопичується нанодисперсний металевий порошок в аморфному стані.

Крім того, під дією електричних розрядів в рідкому середовищі розвиваються значні гідродинамічні сили і виникають ультразвукові хвилі, які викликають кавітацію в рідині і сонолюмінесценцію. При кавітації ультразвукова хвиля у фазі розрідження викликає велику напруженість в рідині, що приводить до локального розриву суцільного середовища і створення в ній кавітаційних бульбашок, заповнених водяною парою і розчиненими у воді газами. Через півперіоду, під дією стискаючого ефекту ультразвуку і сил поверхневого натягнення, ці бульбашки схлопуються. У цей момент з бульбашок викидаються спалахи сонолюмінесцентного випромінювання. Випромінює світло хмарка плазми, яка запалюється в центрі бульбашки, що схлопується. Швидкість схлопування бульбашки рівна 1...1,5 км/сек. Надзвуковий рух породжує потужні ударні хвилі в рідині. Після того, як ударна хвиля досягає центру бульбашки, вона відбивається і починає розповсюджуватися назовні. В результаті, через дану точку речовини в бульбашках ударна хвиля проходить двічі, при цьому здійснюється збільшення температури. Температура плазми при сонолюмінесценції складає десятки тисяч градусів.

Оскільки для отримання аморфних металів необхідний високий тиск, висока температура (до 10000°C) і швидке охолодження розплавів металів з швидкостями близько 10^6 град/с [см. Немошkalенко В.В. и др. Аморфные металлические сплавы. Киев: Наукова думка, 1987, с.1-248.], то ці умови виконуються при проходженні через металеві гранули коротких, але потужних імпульсів струму (з амплітудою імпульсів більш 1000А і тривалістю імпульсів менше 100мкс) і швидкому охолодженню розплавлених наночастинок в деіонізованій воді. При цьому, висока швидкість охолодження розплавленої наночастинки обумовлює фіксацію рідкофазної структури, перешкоджає розміщенню молекул речовини в місцях можливої кристалічної решітки, тобто обумовлює аморфізацію наночастинок в колоїдному розчині.