



УКРАЇНА

(19) UA (11) 28901 (13) U  
(51) МПК (2006)  
B01J 3/00МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) НЕІОННИЙ КОЛОЇДНИЙ РОЗЧИН НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛУ АБО СУМІШІ НАНОЧАСТИНОК МЕТАЛІВ У ВОДІ

1

2

(21) u200709507

(22) 21.08.2007

(24) 25.12.2007

(72) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA,  
КАПЛУНЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA(73) КОСІНОВ МИКОЛА ВАСИЛЬОВИЧ, UA,  
КАПЛУНЕНКО ВОЛОДИМИР ГЕОРГІЙОВИЧ, UA

(56)

(57) Неіонний колоїдний розчин наночастинок металу або суміші наночастинок металів у воді, в якому відношення маси іонів металу до маси наночастинок менше  $10^{-4}$ , розміри наночастинок складають від 1 нм до 1000 нм, металеві

наночастинки утворюють з полярними молекулами води хелатні комплекси, а метали вибрані з групи, що складається з срібла, золота, міді, нікелю, паладію, платини, молібдену, кобальту, родію, іридію, танталу, ванадію, заліза, марганцю, вольфраму, хрому, цинку, олова, свинцю, осмію, цирконію, ніобію, титану, алюмінію, магнію, який відрізняється тим, що містить висококоординаційні хелатні комплекси з координаційним числом більше 12, а наночастинки мають поверхневий електричний заряд і отримані ерозійно-вибуховим диспергуванням металевих гранул в деіонізованій воді.

Корисна модель відноситься до області нанотехнологій і може бути використана в якості транспортної системи для перенесення металів через клітинні мембрани, для виготовлення каталізаторів, металевого пального, косметичних засобів, матеріалів з біоцидними властивостями, лікарських препаратів, мікродобрив нового покоління, харчових і біологічно активних добавок, медичних виробів і матеріалів медичного і косметичного призначення тощо.

Відомий неіонний колоїдний розчин металу, що містить частинки сполуки рідкоземельного елемента, кислоту і розчинник, вибраний з неполярних вуглеводнів, причому щонайменше 90% частинок є монокристалічними, а сама дисперсія може бути отримана реакцією солі рідкоземельного елемента з основою в лужному середовищі [Патент России №2242275. Органическая коллоидная дисперсия монокристаллических частиц соединения редкоземельного элемента. МПК B01J13/00, C10L1/10. Опубл. 2004.12.20].

Недоліком відомого колоїдного розчину є присутність в його складі великої кількості хімічних сполук і обмежена область застосування, що відноситься до присадок до палива для двигунів внутрішнього згорання.

Відомий колоїдний розчин металу, що містить наночастинки металу розміром не більше 8 нм з

рівномірним розподілом наночастинок металу в полімері, а метал вибраний з групи, що складається з срібла, міді, нікелю, паладію і платини [Патент России №2259871. Коллоидный раствор наночастиц металла, наноккомпозиты металл-полимер и способы их получения. МПК7 B01J13/00, B82B3/00. Опубл. 2005.09.10].

Недоліком відомого колоїдного розчину є те, що він містить катіони і аніони продуктів реакції відновлення, для звільнення від яких потрібна додаткова операція, наприклад, діалізу.

Відомий неіонний колоїдний розчин металу, що містить колоїдне атомарне срібло ( $Ag^0$ ), в якості стабілізатора якого використовують полівінілпірролідон (ПВП) і поліетиленгліколь (ПЕГ-1500) [Патент России №2146127. Мазь для лечения инфицированных ран. МПК7 A61K9/06. Опубл. 2000.03.10].

Недоліком відомого неіонного колоїдного розчину є те, що в якості ліганду не застосовується екологічно чистий продукт - вода, замість якої присутні велика кількість хімічних сполук, використовуваних в якості лігандів, що зужує область його застосування.

Відомий неіонний колоїдний розчин металу на основі срібловмісної органічної сполуки, що практично не створює окремих іонів срібла, має константу дисоціації менше  $10^{-2}$  і взята в кількості  $10^{-1}$ - $10^{-12}$  мас.% з розрахунку на срібло [Патент

(13) U  
(11) 28901  
(19) UA

России №2215010. Состав с биоцидными свойствами. МПК7 C09D5/14. Опубл. 2003.10.27].

Недоліком відомого неіонного колоїдного розчину є присутність в його складі органічної сполуки, використовуваної в якості ліганду, що звужує область застосування. В якості сполуки срібла використовують солі карбонових кислот, що звужує область його застосування до використання, в основному, в лакофарбних матеріалах.

Найбільш близьким до того, що заявляється, є неіонний колоїдний розчин наночастинок металу або суміші наночастинок металів у воді, що містить наночастинки металу, в якому розміри частинок складають від 1нм до 100нм, метали вибрані з групи, що складається з срібла, золота, міді, нікелю, заліза, паладію, платини, молібдену, кобальту, родію, іридію, в якому відношення маси іонів металу до маси наночастинок металу менше  $10^{-4}$ , а металеві наночастинки утворюють з полярними молекулами води хелатні сполуки, при цьому розчин має питому електропровідність не більше 0,1мкСм/см, а концентрація наночастинок металу в розчині не менше 10мг/л [див. Патент України на корисну модель №24390. Колоїдний розчин металу або суміші металів у воді. МПК (2006) B01J13/00. Опубл.25.06.2007. Бюл.№9.].

Недоліком відомого неіонного колоїдного розчину є недостатня стійкість, що звужує область його застосування.

В основу корисної моделі поставлена задача розширення області застосування колоїдного розчину шляхом підвищення його стійкості за рахунок застосування висококоординаційних хелатних комплексів з координаційним числом більше 12.

В запропонованому, як і у відомому неіонному колоїдному розчині наночастинок металу або суміші наночастинок металів у воді відношення маси іонів металу до маси наночастинок менше  $10^{-4}$ , розміри наночастинок складають від 1нм до 1000нм, металеві наночастинки утворюють з полярними молекулами води хелатні комплекси, а метали вибрані з групи, що складається з срібла, золота, міді, нікелю, паладію, платини, молібдену, кобальту, родію, іридію, танталу, ванадію, заліза, марганцю, вольфраму, хрому, цинку, олова, свинцю, осмію, цирконію, ніобію, титану, алюмінію, магнію, кадмію, а, відповідно до цієї пропозиції, містяться висококоординаційні хелатні комплекси з координаційним числом більше 12, а наночастинки мають поверхневий електричний заряд і отримані ерозійно-вибуховим диспергуванням металевих гранул в деіонізованій воді.

Відношення маси іонів металу до маси наночастинок металу в розчині переважно менше  $10^{-4}$  дозволяє мати колоїдний розчин, який практично не містить іони металів, що робить його нетоксичним. Сучасні наукові дослідження показали, що хелати на основі наночастинок металів набагато менш токсичні в порівнянні з хелатами, в яких ті ж метали знаходяться в іонному стані, отриманому розчиненням солей. Наприклад, наночастинки міді в 7 разів менш токсичні іонів міді, наночастинки цинку в 30 разів

менш токсичні іонів цинку, що перевірене на великій кількості експериментів, проведених вченими [див. Арсентьева И.П. Использование биологических активных препаратов на основе наночастиц металлов в медицине и сельском хозяйстве. Доклад на совещании: «Индустрия наносистем и материалы: оценка нынешнего состояния и перспективы развития». Москва, Центр «Открытая экономика», Опубл. 07.02.2006, <http://www.strf.ru/client/doctrine.aspx>].

Колоїдний розчин наночастинок металу або суміші наночастинок металів у воді містить висококоординаційні хелатні комплекси з координаційним числом більше 12. Це дозволяє підвищити стійкість розчину за рахунок щільного і повного хелатування наночастинок молекулами води.

Число іонів або молекул лігандів, безпосередньо пов'язаних з центральним металом-комплексоутворювачем, називається його координаційним числом. У відомих колоїдних розчинах металів хелатні комплекси мають різні значення координаційного числа. Значення координаційних чисел міняються залежно від розмірів і хімічної природи комплексоутворювачів і лігандів. В даний час відомі координаційні числа від 1 до 12, проте найчастіше доводиться мати справу з координаційними числами 4 і 6 [див. Комплексные соединения. Большая Советская Энциклопедия. Т.12, с.587.].

Наночастинки мають поверхневий електричний заряд, що дозволяє за рахунок великого електричного заряду отримувати координаційні числа хелатних комплексів більше 12. Значення координаційного числа визначається кількістю пар електронів на поверхні наночастинки і, відповідно, кількістю молекул води, що виконують роль лігандів хелатних комплексів.

Наночастинки набувають поверхневого електричного заряду при ерозійно-вибуховому диспергуванні металевих гранул в деіонізованій воді [див. Патент України на корисну модель №23550. Спосіб ерозійно-вибухового диспергування металів. МПК B22F9/14. Опубл.25.05.2007. Бюл.№7.].

Неіонний колоїдний розчин наночастинок металу або суміші наночастинок металів у воді отримують ерозійно-вибуховим диспергуванням металевих гранул, що знаходяться в деіонізованій воді. [див. Патент України на корисну модель №23550. Спосіб ерозійно-вибухового диспергування металів. МПК B22F9/14. Опубл.25.05.2007. Бюл.№7.]. При проходженні через ланцюжки металевих гранул імпульсів електричного струму, в яких енергія імпульсів перевищує енергію сублімації випаруваного металу, в точках контактів металевих гранул один з одним виникають іскрові розряди, в яких здійснюється вибухоподібне диспергування металу. В каналах розряду температура досягає 10 тис. градусів. Ділянки поверхні металевих гранул в зонах іскрових розрядів плавляться і вибухоподібно руйнуються на найдрібніші наночастинки і пару. Розплавлені наночастинки, що розлітаються, мають сферичну форму.

Поверхневий електричний заряд у наночастинок створюють за допомогою вибухової електронної емісії з поверхні металевих гранул при ерозійно-вибуховому диспергуванні поверхні металевих гранул електричними розрядами у воді. Явище вибухової електронної емісії виникає при вибухах локальних ділянок металевих гранул [див Открытие №176 от 24 июня 1976г. Конюшая Ю.П. Открытия советских ученых. Часть 1. Физико-технические науки. Изд-во МГУ. 1988, с.287-288]. За рахунок явища вибухової електронної емісії утворюються потужні потоки електронів. Наночастинки, знаходячись певний час в потоці електронів, набувають на своїй поверхні електричного заряду. Поверхневий електричний заряд залежить від розмірів наночастинки. Поверхневий електричний заряд пропорційний розміру наночастинок, оскільки різні за розміром наночастинки набувають заряд в потоках електронів приблизно одної щільності. Це створює умови для щільного хелатування молекулами води як дрібних наночастинок, так і великих, що підвищує стійкість хелатного комплексу, якого б розміру наночастинки не виступали в ролі комплексоутворювача.

В якості ліганду використані молекули води. Число молекул води, пов'язаних з металом в хелатному комплексі, є координаційне число. Це число визначається кількістю пар електронів, що знаходяться на поверхні наночастинки. Електризацію наночастинок здійснюють в такому ступені, щоб координаційне число було більше 12. Для цього поверхневий заряд найбільш дрібних наночастинок повинен бути не менше  $4 \cdot 10^{-18}$  Кл. Оскільки у наночастинок більшого розміру відповідно вищий поверхневий заряд, то координаційне число комплексоутворювача в хелатних комплексах, утворених такими наночастинами, відповідно має вище значення. При цьому молекули води за рахунок водневих зв'язків покривають всю поверхню наночастинок різного розміру щільною оболонкою. Наночастинки виступають в якості донорів електронів. Полярні молекули води є акцепторами електронів і створюють комплексні сполуки за рахунок водневих зв'язків. Стійкість хелатного комплексу визначається двома чинниками: наявністю поверхневого заряду у наночастинок і водною оболонкою, що знаходиться навколо наночастинок, що відображається в значенні координаційного числа.