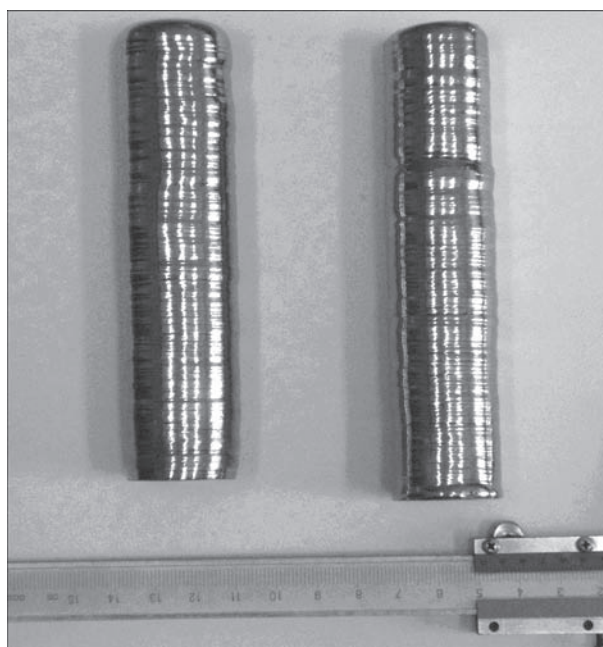


от проливов локальної ванни на торці рстущого кристалла, зниження температурних градієнтів и управління структурообразованием монокристалла.

Показано, что независимо от вида источника нагрева, который действует на верхнюю часть монокристалла, зона его влияния распространяется на расстояние примерно 2–3-х диаметров выращиваемого кристалла от поверхности, где выделяется тепло.

Для выращивания крупных монокристаллов тугоплавких металлов в виде тел вращения разработана принципиальная схема установки, суть которой состоит в том, что дуговой плазмотрон установлен эксцентрично относительно оси вращения кристалла. Во время плавки плазмотрон может совершать возвратно-поступательные колебания в радиальном направлении кристалла, а сам кристалл вращается вокруг вертикальной оси, циклически изменяя направление вращения. Соотношение частот вращения монокристалла и колебательного движения плазмотрона выбирают таким, чтобы обеспечивалось перекрытие дорожек и сформировалась качественная поверхность монокристалла.

На основе предложенной принципиальной схемы плазменно-индукционного процесса выращивания монокристаллов разработан технический проект установки УП-20, в состав которой входят два источника нагрева — плазменный и высокочастотный (индукционный), водоохлаждаемая плавильная камера, кассета барабанного типа для размещения в них расходоуемых прутков, механизмы для вытягивания



Монокристаллы, выращенные на установке УП-20

и вращения наплавляемого кристалла, дуговой плазмотрон прямого действия с механизмом колебания, плавильный модуль с индуктором и секционным охлаждаемым кристаллизатором. Установка имеет источник для электропитания плазмотрона мощностью ~ 100 кВт и высокочастотный генератор мощностью 160 кВт с частотой рабочего тока 66,0 кГц.

Установка УП-20 изготовлена в металле и в настоящее время ведется ее монтаж.

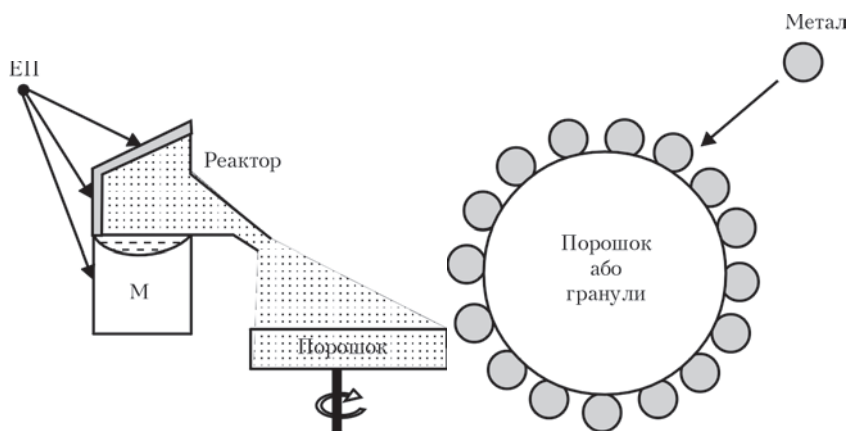
ЕЛЕКТРОННО-ПРОМЕНЕВІ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ТВЕРДО- І РІДКОФАЗНИХ МЕДИЧНИХ СУБСТАНЦІЙ З НАНОРОЗМІРНОЮ СТРУКТУРОЮ

Приведена розробка наукових засад технології електронно-променевого отримання та дослідження нанопористих керамічних систем Al_2O_3 , ZrO_2 , $ZrO_2-Y_2O_3$, CeO_2 , наноструктурних острівних покриттів Fe, Ag і Cu (чи їх оксидів) на порошках NaCl, Al_2O_3 , поліетилені і деяких полімерах, включаючи лікарські речовини і матеріали та харчові продукти як в твердому (полівінілпіролідон, полівініловий спирт, бинти, перев'язувальні матеріали, пшениця), так і в рідкому стані (гліцерин, політетрагідрофуран, поліуретан, льняне та кукурудзяне масла).

Визначені характерні структурні області оксиду алюмінію, в яких формується нерівноважна нанопориста (2,5...4 нм) структура з високою питомою поверхнею (40...20 м²/г) та нанорозмірний $\gamma-Al_2O_3$ (5...25 нм), що утворює стовбчасту структуру ($d_{ст} = 1...4$ мкм) з мікророзмірною пористістю ($d_{п} =$

0,1...0,5 мкм). Показано, що наноструктурний оксид алюмінію, сформований в інтервалі температур конденсації 100...750 °С, є пористим, сорбційно-активним по відношенню до іонів металів і неметалів та перспективним матеріалом для очищення води.

Порошок оксиду цирконію, отриманий при $T_{п} \sim 40...60$ °С, є рентгеноаморфний, моноклінний, тетрагональної фази. Питома поверхня пор сягає 110...120 м²/г. При цьому співвідношення площ поверхні мезопор і мікропор приблизно 40/60 %. В системі $ZrO_2-Y_2O_3$ при вмісті Y_2O_3 менш 6 мас. % фазова сполука включає рентгеноаморфну матрицю або рентгеноаморфну матрицю, монокліни, тетрагональні фази ZrO_2 , а при концентрації Y_2O_3 вище 9 мас. % у складі конденсатів домінує кубічна фаза. Спостерігається пряма кореляція між питомою поверхнею пор і відносною зміною маси конденсатів ZrO_2 та



матриць з наночастинками оксидів міді для потреб медицини.

Технологічна схема електронно-променевого (ЕП) синтезу наночастинок металу з випаровуванням металу (М) з реактору з вузько спрямованим паровим потоком на мікророзмірний порошок (або гранули) дозволяє отримувати готові фармацевтичні субстанції — мікророзмірні гранули водорозчинної органічної матриці полівінілпіролідону (ПВП) або полівінілового спирту (ПВС) з наночастинками

металів (М) та їх оксидів.

Гранули з металевими дискретними нанорозмірними покриттями наступною термомеханічною обробкою можуть бути перетворені в композити полімер–метал у вигляді волокон, плівок або профільних виробів з високим рівнем відповідних властивостей: механічних, магнітних, електричних, біологічних та ін.

Встановлені технологічні можливості використання електронного променя для осадження наночастинок Ag на поверхню переміщуваного перев'язувального рулонного матеріалу (медичні бинти). Результати досліджень демонструють можливість застосування електронно-променевої технології осадження дискретних нанорозмірних покриттів срібла із середнім розміром частинок 24 нм на поверхні стерильних марлевих бинтів.

Розроблена та випробувана нова схема випарника реакторного типу з більш вузько направленим паровим потоком ревіпареного металу, що дало можливість збільшити у 2,2 рази коефіцієнту корисної дії (ККД) процесу конденсації ревіпарених потоків металу. Цей варіант випарника дозволяє сформувати паровий потік заданої просторової орієнтації, в першу чергу зверху вниз, і реалізувати осадження пару на рідких та твердих горизонтальних поверхнях і є особливо ефективним у разі випаровування більш легкоплавких або дорогих металів (срібло і мідь).

Досліджено процеси конденсації і отримання колоїдних систем з наночастинками срібла в об'ємі мономерів, які знаходять застосування в медицині (гліцерин, політетрагідрофуран (ПТГФ)).

За допомогою методів лазерної кореляційної спектроскопії (ЛКС, Zetasizer-S), а також рентгенофазового аналізу (РФА, ДРОН-4) та просвітної електронної мікроскопії (ПЕМ, НІТАСНІН-800) дослідженні колоїдні системи (гліцерин + Ag, ПТГФ + Ag) з метою визначення структури, форми, середнього розміру та діапазону розподілу частинок. Встановлена залежність середнього розміру металічних наночастинок від тривалості процесу осадження та температури випаровування металу, що осаджується.

$ZrO_2-Y_2O_3$ при нагріванні на повітрі ($T_{max} = 650\text{ }^\circ\text{C}$, 5 хв). Чим вище площа поверхні пор, тим більше втрата маси. Максимальною питомою поверхнею ($257\text{ м}^2/\text{г}$) володіють конденсати з рентгеноаморфною структурою. Зразки із кристалічною фазою мають питому поверхню в 2–4 рази менше. Передбачуваний діапазон робочих концентрацій оксиду ітрію, що дозволяє одержувати конденсати з високим ступенем аморфності структури й площею поверхні пор вище $120\text{ м}^2/\text{г}$, лежить у діапазоні від 0 до 6 % Y_2O_3 .

Термообробка зразків $ZrO_2-Y_2O_3$, підданих нагріванню, показала, що зразок після відпалу при $200\text{ }^\circ\text{C}$ протягом однієї години залишається рентгеноаморфним. Після відпалу при $400\text{ }^\circ\text{C}$ протягом однієї години зразок представлений кубічною фазою. Розмір кристалітів ZrO_2 становить 10...12 нм. Підвищення температури нагрівання до $800\text{ }^\circ\text{C}$ супроводжується збільшенням розмірів кристалітів до 15...17 нм.

У процесі конденсації оксиду церію формується міжкристалічна пористість, що представляє собою добре розвинену мережу каналів та пор, розмір яких від 50 до 250 нм. Рентгенівський дифракційний аналіз конденсатів показав, що отримані конденсати SeO_2 при використаних температурах підкладки T_n є монофазними. Максимальний розмір кристалітів для конденсатів SeO_2 ($T_n \sim 50\text{ }^\circ\text{C}$) становить 7 нм.

Згідно залежності активності каталізатора 1 % Pd– SeO_2 в реакції окислення CO від температури область стаціонарної активності каталізатора починається при температурах вище $160\text{ }^\circ\text{C}$. 100 %-на конверсія CO досягається при температурі реакції $240\text{ }^\circ\text{C}$, що збігається з літературними даними по окислюванню CO на паладій-церієвих каталізаторах.

Досліджено фізико-хімічні процеси конденсації і отримання мікророзмірних гранул водорозчинної пористої неорганічної матриці з наночастинками оксидів міді за технологічною схемою спільного випаровування заліза і водорозчинної матриці з двох джерел, та за технологічною схемою випаровування металу з реактора з вузько спрямованим паровим потоком. Технологічні схеми електронно-променевого синтезу наночастинок дозволяють одержувати готові фармацевтичні субстанції — гранули водорозчинних

Досліджено процеси конденсації і отримання колоїдних систем з наночастинками срібла в об'ємі рослинних масел, які знаходять застосування в медицині (кукурудзяне, льняне). За допомогою методів лазерної кореляційної спектроскопії (ЛКС, Zetasizer-S) дослідженні колоїдні системи (кукурудзяне масло + Ag, льняне масло + Ag) з метою визначення структури, середнього розміру та діапазону розподілу частинок. Встановлена залежність зміни середнього розміру металічних наночастинок у часі.

Представлені результати досліджень взаємодії парового потоку срібла і міді, отриманого електро-

нно-променевим випаровуванням у вакуумі з рідким дисперсійним середовищем, демонструють технологічну можливість синтезу колоїдних систем з металевими наночастинками розміром 15...30 нм.

За допомогою реактору реалізовано технологічні схеми отримання дискретних (острівних) металічних (М) нанопокриттів на вихідних мікророзмірних неорганічних або органічних стабільних у вакуумі гранулах, порошках і рідинах.

Встановлено вплив технологічних параметрів та термообробки на розмірні характеристики, структуру та фазовий склад наночастинок металів.

НОВЕ ПОКОЛІННЯ ФЛЮСІВ ДЛЯ СУЧАСНИХ ЕЛЕКТРОШЛАКОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОБНИЦТВА КОНСТРУКЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

Обґрунтовано вимоги до фізико-хімічних властивостей шлакових розплавів для одержання ЕШП злитків стабільного та прогнозованого складу для виробництва матеріалів з наперед заданими властивостями.

Створено нову фізико-хімічну модель процесу ЕШП в захисній атмосфері, що здатна прогнозувати зміни хімічного складу системи метал–шлак–газ при тривалому процесі ЕШП великовагових та довгих злитків із високолегованих сталей та суперсплавів.

Виконано теоретичний аналіз та всебічні експериментальні дослідження (електропровідність, в'язкість, окисненість, температурний інтервал плавлення) перспективних шлакових систем.

Розроблено нові перспективні склади шлаків для специфічних умов сучасних високотехнологічних процесів ЕШП, а саме:

- шлак для ЕШП з утворенням 2CaO-SiO_2 , що схильний до саморозпаду АНФ-37 (ТУ У 20.5-05416923-109:2014). Значно знижуються витрати на видалення шлаку при виробництві порожнистих злитків, який є затребуваним для виготовлення труб в нафтохімії, енергетиці, машинобудуванні, для військової техніки тощо;

- шлак з підвищеним вмістом титану АНФ-38 (ТУ У 20.5-05416923-110:2014) для ЕШП сталей та суперсплавів, що забезпечує збереження активних елементів (Ti, Al) в металі;

- трикомпонентний шлак для ЕШП сталей відповідального призначення АНФ-39 (ТУ У 20.5-05416923-112:2015), який має зменшений вміст фториду кальцію та достатньо високі значення електричного опору, що дозволяє знизити собівартість та підвищити конкурентоспроможність електрошлакової виплавки більшості сортаменту ПАТ «Дніпро-спецсталь»;

- шлак АНФ-40 (ТУ У 20.5-05416923-113:2016) для реалізації комбінованого процесу безперервного лиття з електрошлаковим обігрівом блюмів заевтектоїдної сталі для сучасних залізничних рейок вищого гатунку.

Розроблено технології виготовлення нових шлаків та електрошлакового переплава з їх використанням. Дослідно-промислово партію шлаку АНФ-39 було виготовлено в промислових умовах заводу ВАТ «Запоріжстеклофлюс» та випробувано при виплавці сплавів відповідального призначення на ПАТ «Дніпро-спецсталь».

На нові склади шлаків складені та затверджені технічні умови. Підготовлена вся нормативна документація, яка необхідна для промислового виготовлення і впровадження нових флюсів в технологічних процесах ЕШП при виплавці великовагових злитків з критичних та нових матеріалів для сучасного машинобудування. Складені рекомендації щодо реалізації наукових результатів у промисловості при виробництві суцільних та порожнистих злитків на сучасних печах ЕШП.