

металлургии и материаловедения титана и его сплавов. Специалисты ИЭС им. Е. О. Патона представили доклады об особенностях получения слитков на основе интерметаллидов титана в электронно-лучевых установках, а также способом магнитоуправляемой электрошлаковой плавки. Рассмотрены возможности создания деталей из титанового сплава способом электронно-лучевой 3D-наплавки с использованием присадочных проволок на основе титана. Ученые Института металлофизики им. Г. В. Курдюмова изложили основные тенденции в развитии и применении металлических материалов в авиастроении, представили материаловедческие основы и перспективы

практического применения технологии изготовления деталей из титановых сплавов с использованием порошка наводороженного титана. Представители Запорожского национального технического университета показали перспективы развития аддитивных технологий в авиадвигателестроении. От Института проблем материаловедения им. И. Н. Францевича был представлен доклад о новых титановых сплавах на базе систем Ti–Si.

Необходимо отметить высокий уровень проведения конференции и выразить благодарность ее организаторам.

В. А. Березос

## РАЗРАБОТКИ ИЭС им. Е. О. ПАТОНА

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОСНОВ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ БОЛЬШИХ МОНОКРИСТАЛЛОВ ВОЛЬФРАМА В ВИДЕ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ

Работа посвящена исследованию процесса выращивания больших монокристаллов тугоплавких металлов и разработке конструкции опытно-промышленной установки для выращивания монокристаллов в виде тел вращения с использованием гибридного плазменно-индукционного нагрева.

Анализ литературных источников показал, что структура и свойства монокристаллов тугоплавких металлов напрямую зависят от теплового состояния, при котором происходит их рост и охлаждение. Определяющими факторами теплового состояния выращиваемого жидкофазными способами моно-

кристалла являются форма фронта кристаллизации и температурный градиент в направлении его продольной оси. Создать эффективный технологический процесс выращивания монокристаллов невозможно без знания связи между тепловым состоянием растущего монокристалла и основными технологическими параметрами применяемого для этого метода выращивания. Прогнозным инструментом для оценки такой связи является метод математического моделирования температурных полей, которые возникают в монокристаллах в процессе их выращивания.

Разработаны математические модели температурных полей, на которых изучены тепловые процессы, протекающие при выращивании монокристаллов в виде тел вращения. Эти модели учитывают совместную работу двух независимых источников нагрева — плазменного и индукционного. Методом математического моделирования изучены особенности управления тепловым состоянием монокристалла в зависимости от его геометрических размеров и соотношения мощностей источников нагрева. Показано, что для получения крупных монокристаллов тугоплавких металлов в виде тел вращения целесообразно применение гибридной схемы нагрева: плазменный источник для создания локальной металлической ванны и индукционный для удержания



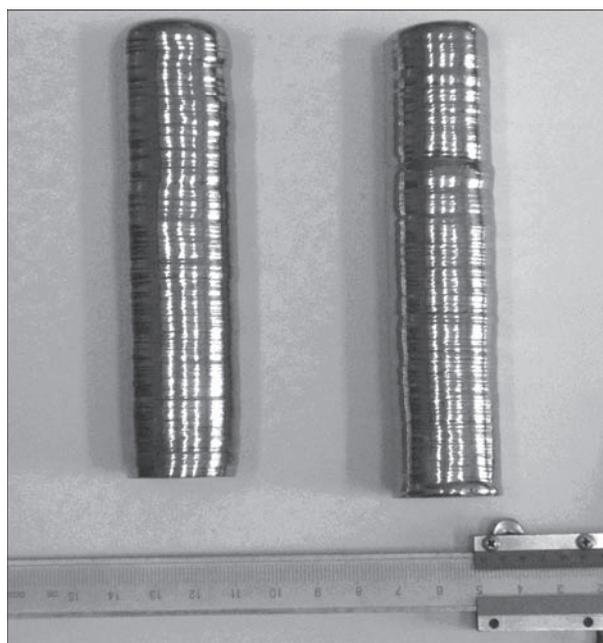
Плазменно-индукционная установка УП-20

от проливов локальної ванни на торці рідкого кристалла, зниження температурних градієнтів і управління структуроутворенням монокристалла.

Показано, що незалежно від виду джерела нагріву, який діє на верхню частину монокристалла, зона його впливу розповсюджується на відстань приблизно 2–3-х діаметрів вирощуваного кристалла від поверхні, де виділяється тепло.

Для вирощування великих монокристалів тугоплавких металів у вигляді тіл обертання розроблена принципова схема установки, суть якої полягає в тому, що дуговий плазматрон встановлено ексцентрично відносно осі обертання кристалла. Під час плавлення плазматрон може виконувати зворотні-переміщувальні коливання в радіальному напрямку кристалла, а сам кристалл обертається навколо вертикальної осі, циклічно змінюючи напрямку обертання. Відношення частот обертання монокристалла і коливаючого руху плазматрона вибирають таким, щоб забезпечувалося перекриття дорожок і сформувалася якісна поверхня монокристалла.

На основі запропонованої принципової схеми плазменно-індукційного процесу вирощування монокристалів розроблено технічний проект установки УП-20, до складу якої входять два джерела нагріву — плазменний і високочастотний (індукційний), водоохолоджувана плавильна камера, касета барабанного типу для розміщення в ній витягнутих прутків, механізми для витягування



Монокристали, вирощені на установці УП-20

і обертання наплавленого кристалла, дуговий плазматрон прямого дії з механізмом коливання, плавильний модуль з індуктором і секційним охолоджуванню кристалізатором. Установка має джерело живлення плазматрона потужністю ~ 100 кВт і високочастотний генератор потужністю 160 кВт з частотою робочого струму 66,0 кГц.

Установка УП-20 виготовлена в металі і в даний час проводиться її монтаж.

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

Приведено розробку 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).

Визначено характерні структурні області оксиду алюмінію, в яких формується нерівноважна нанопориста (2,5...4 нм) структура з високою питомою поверхнею (40...20 м<sup>2</sup>/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 м<sup>2</sup>/г. При цьому співвідношення площ поверхні мезопор і мікропор приблизно 40/60 %. В системі  $ZrO_2-Y_2O_3$  при вмісті  $Y_2O_3$  менше 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