

09.10.2019

Новітні процеси МГД-плазмової обробки рідких алюмінієвих сплавів

27 вересня 2019 р. делегація Президії НАН України на чолі з першим віцепрезидентом НАН України, головою Секції фізико-технічних і математичних наук НАН України академіком НАН України Антоном Наумовцем відвідала Фізико-технологічний інститут металів та сплавів (ФТМІС) НАН України. До складу делегації входили керівник Сектору фізико-технічних і математичних наук Науково-організаційного відділу Президії НАН України кандидат технічних наук Ігор Мальчевський та учений секретар зазначеного Сектору кандидат технічних наук Сергій Беспалов ([Національна академія наук України](#)).

Метою відвідання було ознайомлення з ходом виконання цільового науково-технічного проекту НАН України «Проривні мгд-плазмові технології одержання нового покоління литих конструкційних та композиційних матеріалів для високотехнологічних галузей техніки», який виконується у 2018-2019 рр. за напрямом «Підтримка пріоритетних для держави наукових досліджень і науково-технічних (експериментальних) розробок» та фінансується в межах бюджетної програми КПКВК 6541230 «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень».

Члени делегації ознайомились з результатами проведених досліджень, які представили керівник проекту – завідувач відділу ФТМІС НАН України академік НАН України Віктор Дубоделов та відповідальні виконавці – директор ФТМІС НАН України член-кореспондент НАН України Анатолій Нарівський, заступники директора ФТМІС НАН України доктор технічних наук Анатолій Верховлюк і доктор технічних наук Микола Тарасевич. До виконання мультидисциплінарного проекту за окремими напрямами були залучені провідні фахівці інших установ Академії – завідувач відділу Інституту фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського НАН України член-кореспондент НАН України Петро Стрижак, завідувач лабораторії Інституту металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України доктор технічних наук Валентин Панарін.

В основу проекту покладено ідею комплексного впливу на металевий розплав термосиловими діями, зокрема, низькотемпературною плазмою, яка занурена у розплав, та електромагнітними полями, що забезпечують індукційний нагрів і відповідні гідродинамічні режими руху рідкого металу в умовах дії магнітогідродинамічних (МГД) чинників. Таке технічне рішення дозволяє руйнувати області мікронеоднорідностей у рідкому сплаві, які є носіями небажаної металургійної спадковості, диспергувати наявні кластери, інтерметаліди, здійснювати синтез зміцнюючих фаз безпосередньо у матричному сплаві.

Презентації виконавців проекту дозволили висвітлити усі основні аспекти проекту, головні здобутки та перспективи подальших досліджень.

Керівник проекту академік НАН України Віктор Дубоделов доповів про результати проведених експериментальних досліджень процесів МГД-плазмової обробки сплавів систем Al-Si (доевтектичні силуміни АК7ч і А356 широко застосовуються у авіабудуванні, заевтектичний силумін А390 використовується для виготовлення поршнів двигунів внутрішнього згоряння), Al-Zn-Mg та Al-Zn-Mg-Cu (сплави АЦ4Мг, В93 та 1933 використовуються у

авіабудуванні, сплав В95 є основним для виробництва деталей ходової групи бронетанкової техніки, зі сплаву В96Ц виготовляються елементи конструкції центрифуг для збагачення урану, деталі авіаційної та ракетної техніки). Внаслідок обробки розплаву диспергуються структурні складові сплаву, суттєво підвищується рівномірність розподілу легуючих компонентів в матриці. Це зумовило збільшення міцності для литого (без термообробки) сплаву не менш ніж на 20 %, а відносного видовження – у 3 рази. Також в ході комплексних металографічних досліджень, які проводилися в Інституті металофізики ім. Г. В. Курдюмова НАН України під керівництвом доктора технічних наук Валентина Панаріна, було зафіксоване невідоме раніше явище утворення аморфних плівок на зломах зразків з алюмінієвого сплаву АЦ4Мг.

Фахівцями Інституту фізичної хімії ім. Л. В. Писаржевського НАН України під керівництвом члена-кореспондента НАН України Петра Стрижака було проведено дослідження формування нанокластерів кремнію у газовій фазі в умовах дії плазмового нагріву, що представляє інтерес для мікроелектроніки та металургії.

Член-кореспондент НАН України Анатолій Нарівський доповів про технології одержання композиційних та конструкційних матеріалів з використанням плазмово-кінетичних і високотемпературних реагентних дій на глибинні шари рідкометалевих систем. При цьому відбуваються зміни в рідкій будові алюмінієвого розплаву, зменшується більш ніж у 2 рази середній розмір мікрогруповань, диспергується структура у твердому стані, в результаті чого досягається підвищення міцності виливків з силуміну на 25-30%, а відносне видовження зростає у 1,7-1,8 рази.

На технологічній дільниці відділу магнітної гідродинаміки у дослідно-промисловій магнітодинамічній установці (МДУ) був проведений експеримент з комплексної МГД-плазмової обробки рідкого алюмінієвого сплаву А390 масою 150 кг, головною метою якого було суттєве зменшення розміру часток первинного і евтектичного кремнію та підвищення механічних характеристик. В іншому експерименті було показано можливості МДУ для електромагнітного розливання алюмінієвого сплаву широким плоским потоком, що необхідно для технологій валкового лиття-прокатування листової металопродукції.

На технологічній дільниці відділу процесів плавки і рафінування сплавів було продемонстровано плазмове обладнання для глибинної обробки рідкого металу, а також процес обробки алюмінієвого сплаву А390 плазмотроном, зануреним у розплав.

За результатами виконання проекту підготовлено заявку на міжнародний патент, опубліковані статті у провідних фахових виданнях, представлено доповіді на науково-практичних конференціях, у т. ч. за кордоном.

Створювані новітні технології та обладнання, що не мають аналогів у світі, забезпечать підвищення механічних, технологічних та експлуатаційних властивостей алюмінієвих сплавів, які широко використовуються для виготовлення відповідальних конструкцій у високотехнологічних галузях промисловості. Зацікавленість у зразках експериментальних сплавів, розроблених технологіях та обладнанні виявили провідні вітчизняні підприємства та компанії, зокрема, КБ «Прогрес» ім. Івченка, ДП «Антонов»,

КБ «Південне», ДП НВКГ «Зоря»-«Машпроект», ДП «КБ ім. Морозова», ДП «Завод ім. Малишева», АТ «Мотор-Січ», ДП «Укрзалізниця».

Подальше дослідження впливу МГД-плазмової дії на розплав дозволить визначити потенційні можливості нових технологій для підвищення механічних властивостей алюмінієвих сплавів, зокрема, в умовах роботи при підвищених температурах, а також для зменшення схильності до утворення гарячих тріщин. У перспективі це забезпечить здешевлення виробництва сплавів та виробів з них, подовження терміну їх експлуатації.