



Організатори:



## «КОСМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ: СЬОГОДЕННЯ І МАЙБУТНЄ» – ФОРМАТ БУДЕ ПРОДОВЖЕНИЙ

З 21 по 24 травня 2019 р. у м. Дніпро пройшла VII Міжнародна конференція «Космічні технології: сьогодення і майбутнє». Форум відбувся під егідою Міжнародної академії астронавтики і цього року був присвячений 65-річчю від часу створення Державного підприємства «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля». Участь у конференції взяли близько 600 вчених, розробників і виробників ракетно-космічної техніки з 20 країн світу.

Людство вступило в епоху глобалізації, коли в більшості країн світу космічна галузь стає одним із пріоритетних напрямів діяльності. Космічні технології перейшли з категорії привілейованих у сферу щоденних потреб, і сьогодні вже неможливо уявити собі наше повсякденне життя без засобів космічного зв'язку, навігації, супутникового телебачення. Що два роки, починаючи з 2007 р., на базі КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля проходить Міжнародна конференція «Космічні технології: сьогодення і майбутнє», на яку з'їжджаються вчені, розробники та виробники ракетно-космічної техніки.

Відкриваючи конференцію, Генеральний директор КБ «Південне» академік НАН України Олександр Дегтярев зазначив, що на першій конференції в 2007 р. було 287 учасників, сьогодні їх кількість зросла більш ніж удвічі, і це хороший знак. Ініціатива проведення конференції у Дніпрі належала Станіславу Миколайовичу Конохову та колишньому президенту Міжнародної академії астронавтики (МАА) Михайлу Яримовичу. Ідею підтримали президент МАА Едвард Стоун і генеральний секретар Жан-Мішель Контан. «Вони взяли цей «рюкзак» і повісили його на спину КБ «Південне». І ми цей «рюкзак» успішно несемо. Вважаємо МАА місцем, у якому ми починали вчитися взаємодіяти із зовнішнім світом, насамперед у науковому і технічному аспектах, а також у сфері бізнесу», — сказав О.В. Дегтярев.

Голова Державного космічного агентства України Павло Дегтяренко позитивно оцінив факт збільшення кількості на-



Відкриття VII Міжнародної конференції «Космічні технології: сьогодні і майбутнє». Перший ряд (зліва направо): заст. голови Дніпропетровської обласної ради Мгер Куюмчян; проф. Римського університету, голова піклувальної ради МАА, акад. МАА Філіппо Граціані (Італія); заст. Генерального конструктора КБ «Південне» Олександр Кашанов; Генеральний директор КБ «Південне» акад. НАН України Олександр Дегтярев; Президент України у 1994–2004 рр., почесний акад. МАА Леонід Кучма; голова Державного космічного агентства України Павло Дегтяренко, віце-міністр цифрового розвитку, оборонної та аерокосмічної промисловості Республіки Казахстан Марат Нургузин. Другий ряд: директор з бізнесу та розвитку компанії Airbus Defence and Space (Німеччина) Лукас Гарбера; експерт CNES Крістофер Боннель (Франція); головний лікар Дніпропетровської обласної клінічної лікарні ім. І.І. Мечникова, д-р мед. наук, проф. Сергій Риженко; директор Державного наукового закладу «Інститут порошкової металургії» чл.-кор. НАН Білорусі Олександр Ілющенко; директор Головної астрономічної обсерваторії НАН України, акад. НАН України Ярослав Яцків; академік-секретар Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України, заст. директора Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, акад. НАН України Леонід Лобанов; академік-секретар Відділення механіки НАН України, голова Придніпровського наукового центру, акад. НАН України Анатолій Булат; директор Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України, чл.-кор. НАН України Олег Федоров; директор Інституту технічної механіки НАН України та ДКА України, чл.-кор. НАН України Олег Пилипенко

укових секцій на конференції. «Повноцінною стала секція «Дослідження Місяця і Асоціація «Місячне селище». Ідея освоєння Місяця об'єднала фахівців різних галузей з усього світу. Ми зрозуміли, що космічне співтовариство на планеті не таке вже й велике. Майже всі всіх знають і обмінюються новими ідеями, новими технологіями», — підкреслив він.

Директор Європейського представництва КБ «Південне» Олег Венцковський розповів про співпрацю КБ «Південне» з Європейським космічним агентством. Окремо він зупинився на роботі в рамках Асоціації «Місячне

селище». «Лише зараз людство повертається на Місяць, причому на постійній основі. Мені особисто подобається, як про це сказав Тім Брайденстайн, колишній шеф НАСА: «Повернення на Місяць означає, що ви можете в будь-який час сісти на поверхню в будь-якому місці, повернутися і зробити це стільки разів, скільки потрібно». Але є в Асоціації і компанії, які не мають безпосереднього стосунку до космосу. Вони знають, що на Місяці потрібно буде створювати поселення, і вже пропонують конкретні рішення. Ця різноманітність — одна з наших сильних сторін», — зазначив він.



Учасники конференції

На пленарному засіданні виступив академік-секретар Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України, академік НАН України Леонід Лобанов. Він розповів про окремі результати спільних робіт установ Національної академії наук України з КБ «Південне» за напрямом «Нові матеріали і технології», визначеним Генеральною угодою про науково-технічне співробітництво у галузі створення ракетно-космічної техніки (стенограму див. у додатку).

**Асоціація «Космос» розширюється.** Особливістю цьогорічної конференції стало і включення в програму її роботи засідання Ради Асоціації високотехнологічних підприємств України «Космос», проведення другого засідання Координаційної ради з організації взаємодії НАН Білорусі, НАН України та КБ «Південне» в рамках Генеральної угоди про науково-технічне співробітництво в космічній сфері, засідань круглого столу «Супутникові технології КБ «Південне» та круглого столу ректорів провідних закладів вищої освіти України «Університетська наука — космосу».

Засідання Ради Асоціації «Космос» відбулося вже в перший день роботи конференції. На ньому були присутні члени Ради, керівники регіональних представництв, члени комітетів Асоціації, претенденти на вступ, співробітники КБ «Південне». Голова Ради Асоціації Олександр Осадчий наголосив на важливості

та актуальності роботи Асоціації на конференції МАА, що допоможе залучити сили й енергію підприємств не тільки ракетно-космічної галузі. «Треба об'єднуватися і рухатися далі. Ми не повинні зациклюватися на внутрішніх питаннях. Ми маємо бачити результат нашої роботи, в тому числі й економічний», — підкреслив О. Осадчий.

Керівник представництва Асоціації в Європі Олег Венцовський розповів про встановлення контактів з подібними європейськими організаціями. «Зараз ми працюємо з трьома асоціаціями: французькою, німецькою та італійською. З французькою готуємо невелику спільну конференцію в рамках авіасалону в Ле-Бурже. Там планується і попередня зустріч з німецькою асоціацією. З італійцями у нас найбільш продуктивна робота. Готується до підписання спільний меморандум».

«Дуже хотілося, щоб робота нашої Асоціації була помітною, — сказав координатор комітету космічної політики та законодавства Асоціації, директор Інституту космічних досліджень НАН України та ДКА України, чл.-кор. НАН України Олег Федоров. — Ми провели стартовий круглий стіл, зібрали необхідні документи. Наступного року плануємо провести космічний форум».

«Діяльність Асоціації дуже важлива, — наголосив член комітету формування спільних проєктів Асоціації академік НАН України Ярослав Яцків. — Нам слід зрозуміти, що ми можемо зробити в Україні».

«Національна ідея може бути широкомасштабною, наприклад повітряний старт, — заявив президент компанії «Авіаційні та космічні системи і технології» Олег Урусський. — Старт має бути тільки на українському носії, досвід у нас є. Нашій державі під силу вихід у космічний простір з новими технологіями. Проєкт оцінюється нами в \$400 млн. Це значно дешевше закордонних проєктів. Чекаємо на інвестиції в цьому напрямі».

Координатор комітету науково-технічної і промислової кооперації Асоціації Анатолій Агарков вважає одним з важливих напрямів роботи створювану на основі анкет базу даних



учасників. Вона могла б стати свого роду бібліотекою даних Асоціації. Паралельно необхідно проводити установчі наради. Перша запланована на 6 червня, її тема — інтелектуальна власність.

На засіданні до Асоціації було прийнято трьох нових членів: ТОВ «Хартрон-Арко» (Запоріжжя), ТОВ «Хартрон-Юком» (Запоріжжя) і ПрАТ «ФЕД» (Харків).

#### **Сім секцій — сім космічних горизонтів.**

Головною подією другого і третього дня була робота секцій та круглих столів. У рамках конференції працювали сім секцій:

1) *Сучасні та перспективні ракетно-космічні комплекси, ракети-носії, їх компоненти та системи* (голова — перший заступник Генерального конструктора — Генерального директора з організаційно-технічних питань О.М. Машенко). На секції було заслухано 50 доповідей учених з Великої Британії, США, України та Південної Кореї. Автори висвітлили широке коло проблем, пов'язаних з розробленням ракетно-космічної техніки, прикладними науковими дослідженнями, перспективними засобами виведення, узагальненням досвіду наукових і практичних робіт. Серед них — нові технічні рішення для наявних ракетних систем і ракет-носіїв, аналіз стану і напрями модернізації ракет-носіїв і систем. Учасники секції мали можливість ознайомитися з проектно-конструкторськими, розрахунково-теоретичними, експериментальними і виробничими можливостями КБ «Південне».

2) *Сучасні та майбутні космічні супутникові системи, технічний вигляд сучасних супутників і космічних апаратів* (голова — головний конструктор і начальник проектно-конструкторського бюро космічних апаратів, комплексів і систем В.М. Маслей). Заслухали 78 доповідей. У зв'язку з великою кількістю учасників (97 осіб) було організовано підсекцію «Космічні дослідження». У роботі цієї секції взяв участь доволі незвичайний доповідач — учень ЗОШ № 8, переможець регіонального конкурсу NASA 11-річний Кирило Благодаров зробив доповідь «Роботизований комплекс для сервісного обслуговування космічних апаратів



Генеральний директор КБ «Південне» академік НАН України Олександр Дегтярев вітає наймолодшого учасника конференції Кирила Благодарова

на геостаціонарній орбіті». Кирило самостійно сконструював 3D-модель космічного корабля, зібрав обертальний маніпулятор з конструктора «Лего». Доповідав він грамотно і професійно. Незважаючи на технічні труднощі під час виступу («завис» комп'ютер), Кирило не розгубився і продовжив доповідь ніби нічого не сталося. Хлопець досить добре володіє складними технічними термінами. Складається враження, що він має вже цілком доросле, сформоване мислення. Володимир Маслей після доповіді підкреслив, що через кілька років хотів би побачити Кирила серед співробітників КБ «Південне».

3) *Перспективні ракетні двигуни й енергетичні установки* (голова — головний конструктор і начальник проектно-конструкторського бюро з розроблення ракетних двигунів О.О. Прокопчук). На цій секції було виголошено 22 доповіді, обговорено технічні рішення, що використовуються для створення сучасних рідинних, твердопаливних, гібридних і електричних ракетних рушійних установок, призначених для застосування в одноразових і багаторазових ракетах-носіях та космічних апаратах. Основними доповідачами були співробітники КБ «Південне», Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України та Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара. Ця тріада, за словами голови



Учасники конференції оглядають тематичні експозиції

секції, робить найвагоміший внесок у розвиток рушійних установок. Загалом у роботі секції взяли участь 47 осіб, у тому числі закордонні фахівці з Корейського аерокосмічного дослідного інституту, Національного центру космічних досліджень (Франція), Інституту механіки (Монголія), компанії Roketsan (Туреччина).

4) *Матеріали і технології* (голова — начальник комплексу перспективних матеріалів і технологій О.М. Потапов). У роботі секції брали участь 61 особа, зокрема представники Іспанії, Італії, Німеччини, Республіки Білорусь. Заслухано 52 доповіді, присвячені вдосконаленню технологій розроблення нових матеріалів, матеріалам і технологіям порошкової металургії, питанням наноструктурного матеріалознавства, адитивному виробництву, імпортозаміщенню, дослідженню функціональних характеристик матеріалів, застосуванню інтегрованих технологій, використанню технологій комп'ютерного моделювання

тощо. В атмосфері неформального спілкування учасники секції дійшли висновку, що КБ «Південне» готове до технологічної революції, зокрема завдяки можливостям використання 3D-принтерів.

5) *Космос для людства* (голова — директор Житомирського музею космонавтики ім. С.П. Корольова І.Д. Дячук). На секції заслухано 23 доповіді. Великий інтерес і жваву дискусію викликали доповіді гостей з Прибалтики і Мексики. Було обговорено питання, що стосуються сучасних систем управління якістю, стандартизації, автоматизації, досліджень сонячної активності, діагностики метеоритів, соціальних аспектів освоєння космосу. Майже третину доповідей було присвячено проблемам підготовки і перепідготовки кадрів для аерокосмічної галузі.

6) *Наземні комплекси, стартове обладнання та їх експлуатація* (голова — професор НАУ «ХАІ» ім. М.Є. Жуковського К.В. Безручко). Учасники секції заслухали 25 доповідей фахівців КБ «Південне», Інституту технічної механіки НАН України і ДКА України, Інституту транспортних систем і технологій НАН України, Національного аерокосмічного університету «ХАІ» ім. М.Є. Жуковського. Особливе зацікавлення викликали доповіді, присвячені дослідженням з оптимізації і вдосконалення чисельних методів обчислення газодинамічного, аеродинамічного та акустичного впливу на стартове обладнання, технологічне обладнання стартового комплексу. Цікавими виявилися також виступи з проблем вибору архітектури як комплексу в цілому, так і окремих систем при створенні наземних комплексів для малих і надмалих ракет-носіїв.

7) *Дослідження Місяця й Асоціація «Місячне селище»* (голова — заступник Генерального конструктора з наукової і навчальної роботи О.Е. Кашанов). Цю секцію слід відзначити особливо, оскільки вона вперше проводилася в форматі конференції. У її роботі, на відміну від інших напрямів, брали участь фахівці з найрізноманітніших галузей науки — від ботаніків до зварників і будівельників. Сповнені ентузіазму, вони пропонували свої проекти життєза-

безпечення на Місяці, обговорювали питання доставки вантажів і людей.

Під час перерви було організовано віртуальну прогулянку Місяцем. Всім охочим видавали спеціальні окуляри, за допомогою яких відтворювалася повна картина місячного пейзажу з можливістю «спускатися» і «підніматися» на місячні гори, впритул «підходити» до вже побудованих на Місяці об'єктів.

Хотілося б відзначити кілька оригінальних розробок. Співробітник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури (ПДАБА) О.І. Голубченко запропонував варіанти будівництва приміщень на поверхні Місяця з використанням 3D-друку. Багато суперечок і навіть сумнівів у науковій достовірності спричинив виступ В.В. Воробйова з ПДАБА. Він висунув сміливу гіпотезу про вплив форми об'єктів на психічний і фізичний стан людей, які тривалий час перебувають у них. Є.Г. Терновий з Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України запропонував унікальний комплекс апаратури для електронно-променевого зварювання в умовах поверхні Місяця. Цей спосіб було відпрацьовано в невагомості, імітованій на літаку. Л.І. Книш з ДНУ імені Олеса Гончара запропонувала спосіб термодинамічного перетворення сонячної енергії як найперспективніший для використання на Місяці. А.В. Прибила з Інституту термоелектрики НАН України підкреслив переваги використання на Місяці сонячних термоелектричних генераторів. В.О. Бриков з Інституту ботаніки ім. М.Г. Холодного НАН України розповів про способи вирощування різних видів рослин у місячних умовах. Т.А. Забіяка з КБ «Південне» навела схему модуля, пристосованого для вирощування таких рослин. Цікавими були доповіді про транспортні пристрої, здатні працювати на місячній поверхні. Модель місячного трактора з інноваційним ковшем і оригінальною зчіпкою з поверхнею запропонував студент Б.І. Букаєв. Транспортний засіб з підвищеною маневреністю внаслідок використання інноваційних багатоосьових коліс запропонував співробітник КБ «Південне» О.І. Дорожко. І нарешті,



Макет місячного селища



Віртуальні прогулянки Місяцем

дослідник О.Ф. Стеглов з Головної астрономічної обсерваторії НАН України розповів про проблеми, пов'язані з тривалим перебуванням людини на поверхні Місяця через підвищену радіацію і значні перепади температур. Він обґрунтовує неможливість життя на Місяці, але пропонує альтернативне базування — в підмісячному просторі. З метою його освоєння вчений розробив проект ендопланетних систем, що самозакопуються.

Міжнародне співтовариство на секції представляли американець Чак Лауер з компанії Rocketplane Global Inc, який поінформував про заходи Moon Village Association щодо розвитку місячної економіки, та представники Кувейту Ганім Алогаїбі і Лама Алорайман зі Space Generation Advisory Council, які доповіли про можливі напрями участі країн, що розвиваються, в програмах освоєння Місяця.





Перед початком засідання Координаційної ради з організації взаємодії НАН Білорусі, НАН України і КБ «Південне»

Загалом робота секції була насиченою і плідною. На думку багатьох учасників, цей новий напрям зацікавив широке коло слухачів.

**Про супутники, хороші і різні.** 22 травня відбулося засідання круглого столу «Супутникові технології КБ «Південне». Його учасників ознайомили з сучасними технологіями створення космічних апаратів різного призначення. У цеху збірки і випробувань космічних апаратів головний конструктор і начальник КБ космічних апаратів Володимир Маслей презентував експозицію космічних апаратів розробки КБ «Південне», зокрема супутників оглядового, детального і наддетального оптичного спостереження Землі «Січ-2-1», «Січ-2М», Sat4EO, супутників наукового і технологічного призначення «Мікросат», CubeSat, GS-1 і «Аерозоль-UA». Володимир Маслей розповів також про перспективні напрями роботи — комплекс орбітального космічного літака, призначений для забезпечення багаторазового доставляння на низькі навколосемні орбіти і повернення з орбіт різних вантажів; багатоцільовий транспортний космічний модуль, що забезпечує вирішення завдань орбітального сервісного обслуговування клієнтських супутників (орбітальна інспекція, переведення в задані орбітальні позиції, підтримання у заданих орбітальних позиціях, доведення на цільові орбіти у разі виведення на нерозрахункові орбіти, переведення від-

працьованих супутників на орбіту захоронення); платформу геостаціонарного супутника зв'язку, призначену для створення на її основі космічних апаратів зв'язку, що функціонують на геостаціонарній орбіті.

**Україна — Білорусь: співпраця триває.** 23 травня відбулося засідання Координаційної ради з організації взаємодії НАН Білорусі, НАН України і КБ «Південне» в рамках Генеральної угоди про науково-технічне співробітництво в космічній сфері. З вітальними словами виступили перший віце-президент НАН України академік НАН України Антон Наумовець, Генеральний директор КБ «Південне» Олександр Дегтярев, генеральний директор державного науково-виробничого об'єднання «Оптика, оптоелектроніка та лазерна техніка» НАН Білорусі академік НАН Білорусі Микола Казак.

Про реалізацію проектів тристоронньої співпраці у напрямі «Нові матеріали і перспективні технології» розповіли директор дослідно-промислового виробництва КБ «Південне» Ігор Снегірьов і генеральний директор ДНВО ПМ «Інститут порошкової металургії ім. О.В. Романа» член-кореспондент НАН Білорусі Олександр Лющенко.

Напрями можливої співпраці з науковими організаціями НАН Білорусі та НАН України з розроблення супутникових технологій окреслив заступник головного конструктора конструкторського бюро з проектування космічних апаратів і космічних систем КБ «Південне» Сергій Москальов.

Про програму спільних робіт за напрямом «Комплексний супутниковий і наземний моніторинг атмосферних домішок і транскордонного переносу забруднень в атмосфері на просторі Центральної і Східної Європи» і можливі джерела їх фінансування доповів генеральний директор державного науково-виробничого об'єднання «Оптика, оптоелектроніка та лазерна техніка» НАН Білорусі, керівник робочої групи «Прикладні задачі ближнього і далекого космосу» від НАН Білорусі Микола Казак.

Доповідь про проведення спільних досліджень з метою використання даних ДЗЗ у вивченні особливостей змін глобального і ре-



Учасники засідання круглого столу «Університетська наука — космосу»

гіонального клімату зробив завідувач Центру кліматичних досліджень — заступник директора Державної наукової установи «Інститут природокористування НАН Білорусі» Сергій Лисенко.

Після обговорення доповідей і пропозицій Координаційна рада схвалила попередні результати спільної наукової роботи в 2018 р. і визначила учасників робіт і можливі напрями спільних досліджень на перспективу. Як позитивний приклад спільних зусиль було відзначено проект «Розробка технології та виготовлення комплексу обладнання для виробництва великогабаритних обичайкових заготовок з високоміцних алюмінієвих сплавів».

**Університетська наука — космосу.** Однією зі значних подій четвертого дня конференції стало засідання круглого столу ректорів провідних закладів вищої освіти України «Університетська наука — космосу». Його учасниками були голова Державного космічного агентства України, члени Президії НАН України, представники КБ «Південне», керівники вишів — флагманів підготовки фахівців для машинобудування: Запорізького національного технічного університету, Українського державного хіміко-технологічного університету, Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара, Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» ім. М.Є. Жуковського, Національної металургійної академії України, Національ-

ного технічного університету «Дніпровська політехніка», Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», Одеського національного університету ім. І.І. Мечникова, Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна.

На засіданні було підкреслено, що спільну роботу КБ «Південне» і заклади вищої освіти України здійснюють згідно з Генеральною угодою про спільні дослідження у галузі створення ракетно-космічної техніки, укладеною в лютому 2013 р. За шість років у рамках цієї угоди виконано роботи на загальну суму 40 млн грн, подано понад 100 науково-технічних звітів, вирішено комплекс питань щодо створення сучасних конкурентоспроможних зразків ракетно-космічної техніки.

Учасники круглого столу обговорили проблеми сучасної системи освіти, які, за словами директора Головної астрономічної обсерваторії академіка НАН України Ярослава Яцківа, можна загалом охарактеризувати як «деградацію фізико-математичної освіти». Ректори технічних закладів вищої освіти стверджують, що випускників сучасних шкіл доводиться протягом цілого семестру «доучувати до рівня колишніх десятикласників». Така ситуація не може не викликати тривоги. Тому учасники круглого столу вирішили направити звернення до вищих органів влади щодо необхідності поліпшення системи підготовки висококваліфікованих спеціалістів для машинобудування.



Університети підготують свої пропозиції, на основі яких буде складено загальний документ.

Під час круглого столу обговорювали також можливість дуальної освіти для космічної галузі, відповідний досвід українських вишів і пропозиції щодо подальшої взаємодії у сфері підготовки спеціалістів. Зокрема, у зв'язку з встановленням у КБ «Південне» найпотужнішого в Україні суперкомп'ютера і впровадженням сучасного виробничого устаткування з'являються нові перспективи і напрями взаємодії, стає можливим вихід на новий рівень співпраці.

**Набираємо темп і силу.** Підсумки роботи VII Міжнародної конференції «Космічні технології: сьогодні і майбутнє» було підбито на заключному пленарному засіданні. Його учасники ухвалили підсумковий документ, у якому, зокрема, відзначено, що на цьому науковому форумі вдалося створити особливу атмосферу активності та консолідації творчої енергії учасників. У документі підкреслено актуальність, результативність і необхідність розширення спільних досліджень у рамках Генеральної угоди між МАА, НАН України і КБ «Південне». Учасники конференції наголосили на першорядному значенні консолідації зусиль світових ракетно-космічних компаній і учених у питаннях досліджень і практичного освоєння далекого космосу, прогнозування і запобігання глобальним природним катаклізмам і явищам, пов'язаним з космосом і діяльністю людини. Наступну, 8-му конференцію заплановано провести в Дніпрі у травні 2021 р.

На підсумковому пленарному засіданні було також анонсовано святкування 50-річчя від дня запуску першого супутника міжнародної космічної програми «Інтеркосмос», учасниками якої були 28 країн. Космічний апарат «Інтеркосмос-1», створений у КБ «Південне», 14 жовтня 1969 р. вивела на навколоземну орбіту ракета-носії 63С1 виробництва КБ «Південне» з космодрому Капустин Яр (до речі, це був 67-й космічний апарат, розроблений у КБ «Південне» і виготовлений на Південмаші).

*Прес-служба ДП «Конструкторське бюро «Південне» ім. М.К. Янгеля»*

## СПІВРОБІТНИЦТВО УСТАНОВ НАН УКРАЇНИ І КБ «ПІВДЕННЕ» У ГАЛУЗІ НОВИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ТЕХНОЛОГІЙ

**Стенограма виступу академіка-секретаря Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України, заступника директора Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, академіка НАН України Л.М. Лобанова**

Шановні колеги!

Дозвольте привітати Вас від імені колективів установ Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України і навести отримані останнім часом окремі результати наших спільних робіт з КБ «Південне» за напрямом «Нові матеріали і технології», які виконуються згідно з Генеральною угодою про науково-технічне співробітництво у галузі створення ракетно-космічної техніки.

Необхідність імпортозаміщення конструкційного сплаву АМг6 зумовила широкий спектр робіт зі зварювання сплаву 2219 дугою та контактним-стиком способом для нових модифікацій ракет-носіїв розробки КБ «Південне». В зв'язку з цим в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України проведено масштабні роботи з пошуку технологічних можливостей практичного використання напівфабрикатів різної товщини з високоміцного алюмінієвого сплаву марки 2219. Сплав характеризується здатністю до технологічної пластичності в холодному та гарячому стані, а також високою корозійною стійкістю, але значна термічна чутливість призводить до зниження рівня міцності металу. Тому необхідно було оптимізувати параметри дугового та контактним-стиком зварювання сплаву. В ході відпрацювання різних напівфабрикатів встановлено умови формування якісної структури швів, повної їх дегазації та забезпечення належного рівня механічних властивостей.

При контактнo-стикoвoму способі зварювання оплавленням спостерігаються також високі механічні властивості зварних з'єднань. Рівномірне нагрівання металу та швидкий процес деформації за короткий проміжок часу при зварюванні сплаву 2219 сприяє утворенню однорідної структури швів без зварних дефектів (рис. 1).

Отримані експериментальні результати стали підґрунтям для розроблення нормативних документів щодо впровадження у виробництво ефективних параметрів зварювання, термічної обробки, сучасного спеціалізованого обладнання. Дотримання вимог, викладених у Технологічних рекомендаціях та Інструкції, відкриває широку перспективу практичного використання сплаву 2219 для створення нових модифікацій ракет-носіїв.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України виконав роботи з відпрацювання технології лазерного зварювання і наплавлення соплових блоків ракетних двигунів та комплектування обладнання для ділянки лазерного різання, зварювання й наплавлення. Роботи вийшли на завершальну стадію. Виконано лазерне зварювання та наплавлення одного зразка малогабаритних соплових блоків. У КБ «Південне» створюється сучасна ділянка для лазерного зварювання, різання і наплавлення.

Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України розробив інструмент і технології зварювання тертям з перемішуванням матеріалів для конструкцій космічної техніки. Створено кілька типів інструменту-піну у вигляді стрижня з інструментальних сталей, твердих сплавів (ВК8) та надтвердих полікристалічних матеріалів (кабірит). Наразі відпрацьовуються технологічні процеси для зварювання паливних баків і стрингерних панелей. В Інституті розроблено також алмазні інструменти на гальванічних зв'язках для різання, шліфування та полірування неметалічних матеріалів для аерокосмічної галузі. Їх виготовлено у широкому діапазоні типорозмірів. Ці інструменти, що забезпечують велику різальну і полірувальну здатність обробки ма-



а



б

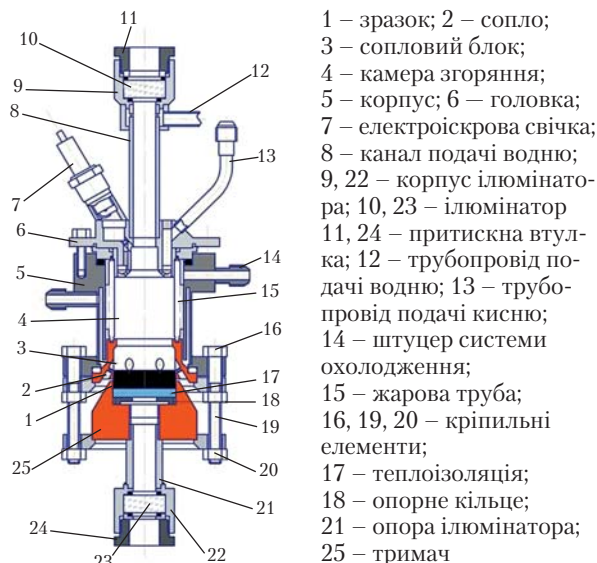
**Рис. 1.** Макроструктура зварного з'єднання зі сплаву 2219-T87, отриманого КСЗ-оплавленням: а — вздовж прокату; б — поперек прокату



**Рис. 2.** Алмазні інструменти на гальванічних зв'язках для різання, шліфування та полірування неметалічних матеріалів

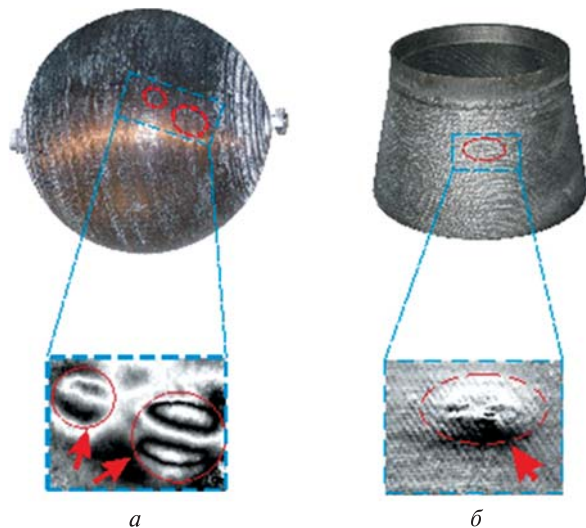
теріалів, використовують для обробки виробів з кераміки, вугле- і склопластиків, зокрема на оброблювальних верстатах з числовим програмним керуванням (рис. 2).

В Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України виконується комплекс робіт зі створення технологій



- 1 – зразок; 2 – сопло;  
 3 – сопловий блок;  
 4 – камера згоряння;  
 5 – корпус; 6 – головка;  
 7 – електроіскрова свічка;  
 8 – канал подачі водню;  
 9, 22 – корпус ілюмінатора;  
 10, 23 – ілюмінатор;  
 11, 24 – притискна втулка;  
 12 – трубопровід подачі водню;  
 13 – трубопровід подачі кисню;  
 14 – штуцер системи охолодження;  
 15 – жарова труба;  
 16, 19, 20 – кріпильні елементи;  
 17 – теплоізоляція;  
 18 – опорне кільце;  
 21 – опора ілюмінатора;  
 25 – тримач

**Рис. 3.** Схема установки для визначення термоерозійних характеристик внутрішнього термозахисного покриття корпусу маршового двигуна



**Рис. 4.** Неруйнівний контроль якості об'єктів космічної техніки методом електронної ширографії. Широграма, отримані при навантаженні внутрішнім тиском (а) і при термічному навантаженні (б)

одержання нових композиційних матеріалів, досліджуються теплофізичні властивості композиційних та інших неметалевих матеріалів у широкому діапазоні температур, створюються

установки для визначення теплофізичних і термооптичних характеристик теплоізоляційних і термостійких матеріалів. На рис. 3 наведено схему нещодавно створеної установки для визначення термоерозійних характеристик внутрішнього термозахисного покриття корпусу маршового двигуна за експлуатаційних умов. Вона працює на паливній парі «кисень–водень» і забезпечує температуру понад 3000 °С. Розробляються нові жароміцні сплави, зокрема на основі ніобію для застосування в газовому розподільнику, сплав з модулем пружності до 130 ГПа для застосування як мембрани для передавання руху між ізольованими камерами тощо. В Інституті створено дослідно-промислову технологію виготовлення інфрачервоних вікон обтічників ракет на основі прозорої кераміки алюмо-магнієвої шпінелі і фториду магнію. Відпрацьовано технологію синтезу нанодисперсних порошків цих сполук і 3D-друку заготовок обтічників. Проведено оптимізацію режимів іскро-плазмового спікання та отримано партію зразків ІЧ-вікон з прозорістю не менш як 85%.

Далі хочу представити низку нових розробок, які мають значні перспективи застосування в космічній галузі. В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона розроблено технологію високошвидкісного електронно-променевого осаджування жаростійких сплавів. Вона дозволяє отримувати тонкі фольги товщиною 50–100 мкм з градієнтною структурою, які забезпечують формування нероз'ємних з'єднань у твердій фазі. Перспективним є застосування панелей на основі стільникових конструкцій з фольги для теплового захисту космічних апаратів.

Сьогодні актуальними є питання розроблення і впровадження нових наукомістких методів оцінки несучої здатності великогабаритних оболонкових конструкцій космічного призначення, зокрема паливних баків ракет-носіїв, без їх руйнування при лабораторних випробуваннях із забезпеченням можливості їх подальшого використання. На стадії активного розроблення перебуває чисельно-експериментальна методика оцінки критичного

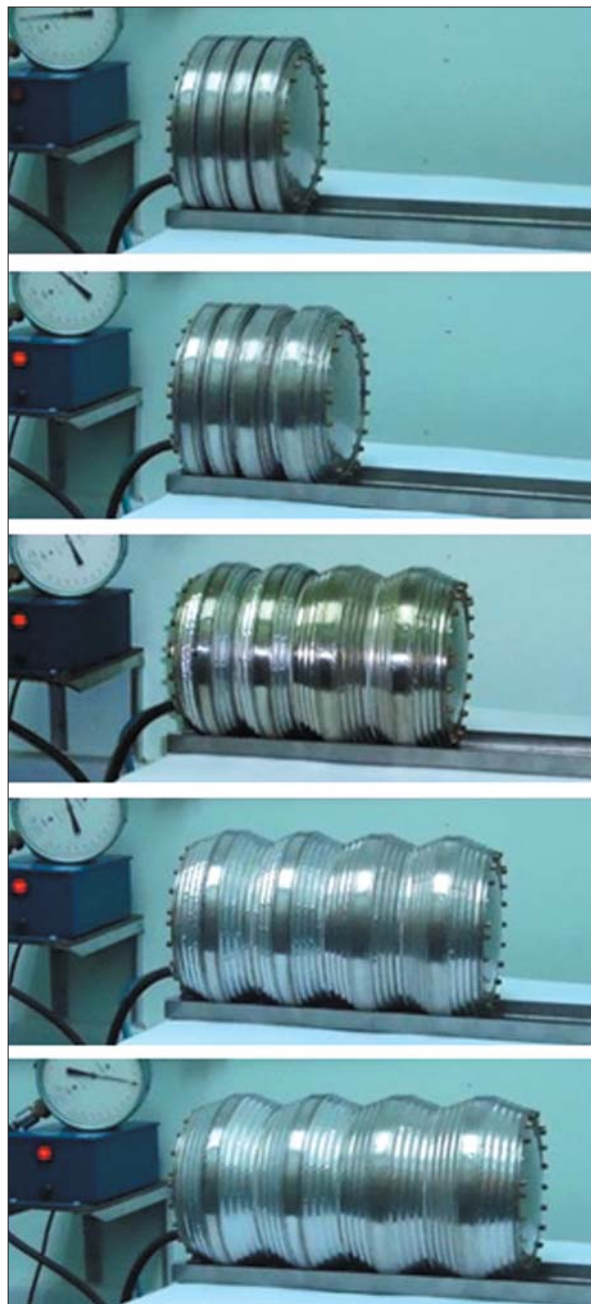


внутрішнього тиску, що включає як реалізацію інструментального контролю деформованого стану, так і чисельне прогнозування граничного стану. Для визначення ступеня деформування та виявлення найбільш навантажених ділянок буде застосовано розроблений в Інституті електрозварювання безконтактний метод електронної ширографії (рис. 4). Створюється також відповідне програмне забезпечення для прогнозування граничного стану оболонкових конструкцій з урахуванням локальних концентрацій напружень.

Хочу звернути вашу увагу на розроблений в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона принципово новий метод електродинамічної обробки зварних з'єднань, оснований на дії на метал розряду імпульсу струму високої щільності. Електродинамічна обробка забезпечує усунення залишкових напружень, підвищує циклічну міцність зварних з'єднань і є ефективним засобом післязварювальної правки тонколистових конструкцій. Цей метод було застосовано для усунення зварювальних деформацій і підвищення ресурсу суднобудівних і авіаційних конструкцій. Вже є пропозиції щодо використання цієї технології в космічній промисловості Китаю.

У Фізико-технологічному інституті металів та сплавів НАН України запропоновано оригінальний спосіб МГД-плазмового синтезу зміцнювальних фаз шляхом їх швидкісної кристалізації у матричному розплаві. Він дозволяє одержувати нові металеві матеріали, суттєво змінити структуру наявних сплавів, поліпшити їх механічні властивості, а також зменшити вміст легуючих компонентів, переважна більшість яких імпортується з інших країн. Зокрема, є потенційна можливість застосовувати цю технологію для виготовлення невеликих партій високоміцних алюмінієвих сплавів для потреб космічної промисловості.

Розвиток космонавтики зумовлює необхідність використання оболонкових конструкцій великих об'ємів і габаритів. З огляду на проблеми їх доставки в космічний простір все ширше застосовують конструкції перетворюваного об'єму. Виготовляють їх з композицій-



**Рис. 5.** Перспектива використання великогабаритних конструкцій перетворюваного об'єму в концепції проекту «Місячна промислово-дослідницька база»

них матеріалів. В умовах космічного вакууму ці конструкції наповнюються повітрям і набувають необхідної форми з можливістю встановлення жорсткого каркасу. Зокрема, в такий

спосіб було реалізовано проєкт НАСА та американської фірми Bigelow, яка розробила концепцію місячної бази з використанням надувних моделей. Однак композиційні матеріали не забезпечують достатню герметичність, міцність і довговічність таких конструкцій. Більш широкі можливості у цьому плані мають оболонкові конструкції з металевих матеріалів.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона створено суцільнозварні металеві оболонки перетворюваного об'єму — так звані трансформівні оболонки. Вони мають циліндричну або конічну форму. Більш високий коефіцієнт трансформації досягається при застосуванні тонкостінних конічних оболонок з кільцевими гофрами. Такі конструкції витримують і вищі експлуатаційні навантаження.

Ці трансформівні конструкції можна використовувати як модулі орбітальних станцій та при створенні споруд на поверхні Місяця. На рис. 5 показано приклад використання великогабаритних конструкцій перетворюваного об'єму за проєктом «Місячна промислово-дослідницька база». Для реалізації такого підходу, на наш погляд, потрібно вирішити проблему виготовлення великогабаритних конструкцій перетворюваного об'єму з алюмінієвого сплаву, а також відпрацювати технології нанесення на їх поверхню покриття з гнучких матеріалів, які створюватимуть балістичний і тепловий бар'єри. Ці завдання ми плануємо вирішувати у співпраці із фахівцями КБ «Південне».

Провідні позиції на світовому рівні з розв'язання сучасних наукових проблем термоелектрики і створення термоелектричної апаратури посідає Інститут термоелектрики

НАН України і МОН України (м. Чернівці). В Інституті розроблено нові типи термоелементів, розширено елементну базу термоелектрики, створено велику кількість термоелектричних приладів, зокрема приладів космічного призначення, які встановлено на майже 250 супутниках Землі. Роботи з цього напрямку активно продовжуються, і сфера застосування таких приладів на космічних об'єктах безперервно розширюється.

За браком часу я не маю можливості продемонструвати інші результати робіт, але хочу зазначити, що крім перелічених вище установ Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства НАН України у виконанні плану спільних робіт за напрямом «Нові матеріали і технології» на 2019 р. беруть участь установи й інших відділень НАН України. Ці роботи стосуються розроблення і дослідження фізико-механічних та теплофізичних характеристик нових композиційних матеріалів з особливими властивостями, створення термостійкого радіпоглинального матеріалу, розроблення спеціальних матеріалів для пошуку локальних теч компонентів ракетного палива, прогнозування міцності конструкцій з полімерних композиційних матеріалів на основі експериментальних досліджень, вивчення впливу факторів космічного простору на матеріали та конструктивні елементи космічних апаратів тощо.

На завершення хочу підкреслити, що Академія завжди готова до співпраці з КБ «Південне» у вирішенні актуальних проблем створення і впровадження нових матеріалів і технологій.

Дякую за увагу!