



ЛОБАНОВ

Леонід Михайлович – академік НАН України, заступник директора Інституту електросварювання ім. Є.О. Патона НАН України, заступник голови Наукової ради цільової програми наукових досліджень НАН України «Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд»

ПРО ВИКОНАННЯ ЦІЛЬОВОЇ ПРОГРАМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ НАН УКРАЇНИ «НАДІЙНІСТЬ І ДОВГОВІЧНІСТЬ МАТЕРІАЛІВ, КОНСТРУКЦІЙ, ОБЛАДНАННЯ ТА СПОРУД»

Стенограма доповіді на засіданні Президії НАН України 9 грудня 2020 року

У доповіді представлено найважливіші результати виконання цільової програми наукових досліджень НАН України «Надійність і довговічність матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд» («Ресурс-2») у 2016–2020 рр., спрямованої на вирішення комплексу проблем, розроблення та реалізацію заходів і засобів із забезпечення надійності, довговічності та безпечної експлуатації відповідальних об'єктів тривалої експлуатації, пов'язаних з базовими потребами життєдіяльності країни. Запропоновано започаткування нової цільової програми наукових досліджень НАН України «Науково-технічні проблеми моніторингу стану, оцінювання і подовження ресурсу конструкцій, обладнання та споруд тривалої експлуатації» на 2021–2025 рр. («Ресурс-3»).

Шановний Анатолію Глібовичу!

Шановні члени Президії НАН України!

Шановні учасники засідання!

Сьогодні в Україні спостерігається тенденція до наближення термінів експлуатації значної кількості конструкцій, споруд, інженерних мереж до критичного значення. Внаслідок цього питання безпеки функціонування відповідальних об'єктів промисловості, енергетики, транспорту, будівництва стають з кожним роком все більш актуальними. Важливими є завдання, пов'язані з управлінням експлуатаційною надійністю і довговічністю конструкцій, обладнання та споруд за допомогою визначення їх технічного стану і залишкового ресурсу, встановлення науково обґрунтованих термінів і регламентів експлуатації.

Вирішенню цих питань було присвячено цільову комплексну програму НАН України «Надійність і довговічність

матеріалів, конструкцій, обладнання та споруд» («Ресурс-2»), яка виконувалася у 2016–2020 рр. Науковим керівником цієї програми був Борис Євгенович Патон.

Програма «Ресурс-2» складалася з 9 розділів, які очолювали відомі авторитетні вчені — академіки і члени-кореспонденти нашої Академії, і загалом містила 108 проєктів, до виконання яких було залучено 24 інститути восьми відділень НАН України: Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства, Відділення фізико-технічних проблем енергетики, Відділення ядерної фізики та енергетики, Відділення механіки, Відділення фізики та астрономії, Відділення хімії, Відділення математики, Відділення інформатики. Під час виконання проєктів зазначеної програми отримано важливі наукові, науково-технічні і практичні результати. Дозвольте мені ознайомити вас із деякими з них.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України створено систему керування процесом контактного зварювання оплавленням рейок у стаціонарних і польових умовах, що забезпечує підвищення експлуатаційного ресурсу та надійності залізничних колій. Система пройшла промислові випробування, і її впроваджено на рейкозварювальних підприємствах «Укрзалізниця». Із застосуванням цієї системи створено нове покоління рейкозварювальних машин для зварювання довгомірних рейкових прогонів з натягом, які запатентовані в Україні, США, Великій Британії, Китаї та експортуються Каховським заводом електрозварювального устаткування в країни далекого зарубіжжя.

У рамках комплексного проєкту, що виконувався Фізико-технологічним інститутом металів і сплавів НАН України, Фізико-механічним інститутом ім. Г.В. Карпенка НАН України, Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, розроблено нову сталь КАФ з комплексним дисперсійним нітридним і твердорозчинним зміцненням, призначену для виробництва залізничних коліс. Розроблена сталь дає змогу на 15% підвищити навантаження на вісь, удвічі збільшити надійність та

довговічність коліс при швидкісному русі поїздів у різних кліматичних зонах і за різної геометрії залізничних колій, підвищити ремонтпридатність коліс при відновленні поверхні кочення. Зараз тривають дослідно-промислові випробування цієї розробки.

В Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України виконано проєкт з розроблення та впровадження технології виробництва литих деталей навісного обладнання сільськогосподарської техніки, які мають замінити деталі зарубіжного виробництва. У процесі виконання проєкту оптимізовано конструктивні рішення лемешів і лап культиваторів та обґрунтовано механізм підвищення зносостійкості литих деталей з високоміцного бейнітного чавуну. Виготовлено партії литих деталей різного призначення і проведено їх експлуатаційні випробування, які підтвердили збільшення їх ресурсу більш як удвічі порівняно з імпортованими зразками.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України розроблено переносний діагностичний комплекс для стереоскопічного контролю параметрів підвіски контактних мереж електрифікованих залізниць і спеціалізоване математичне забезпечення для автоматизованої обробки результатів вимірювань. Результати випробування комплексу засвідчили, що порівняно з контрольним пристроєм зарубіжного виробництва він вирізняється вищою надійністю виявлення всіх наявних дрітків контактної мережі, має більший діапазон і вищу точність вимірювань. За участі АТ «Укрзалізниця» проведено дослідно-промислово перевірку створеного діагностичного комплексу і підписано протокол про закупівлю у 2021 р. таких комплексів для потреб компанії.

Фахівці Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України розробили технологію виготовлення новітнього високозносостійкого дисперснозміцненого композиту на основі залізобуглецевих сплавів для деталей привалкової арматури і вузлів тертя металургійного та гірничодобувного устаткування. Завдяки високим характеристикам за-

пропонований матеріал можна використовувати у виробках, що працюють в умовах інтенсивного зносу, зокрема в сідлах клапанів насосів для перекачування високов'язких продуктів за температури 250 °С.

Спільною розробкою Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України і Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України є високозносостійкий нанокompозитний матеріал для виготовлення елементів конструкцій з підвищеною довговічністю. Досліджено зносостійкість 12 матеріалів на основі МАХ-фаз. Синтезований за створеною технологією матеріал було вибрано як найбільш придатний для виготовлення струмо-знімальних вставок пантографів. У разі тертя з міддю його зносостійкість у 30–40 разів вища порівняно з традиційно використовуваним силуміном, а знос міді при цьому в 12–14 разів менший.

У Фізико-механічному інституті ім. Г.В. Карпенка НАН України розроблено технології і матеріали для відновлення роботоздатності та підвищення ресурсу обладнання нафтогазодобувної та комунальної галузей, що працюють у корозійних середовищах в умовах циклічних навантажень. Створено порошкові дроти для підвищення зносостійкості поверхонь тертя під дією корозійного чинника. Підтверджено високі експлуатаційні властивості електродових покриттів.

У цьому ж Інституті створено методологічні основи оцінки технічного стану та обґрунтування безпечного терміну експлуатації об'єктів підвищеної небезпеки у воденьвмісних середовищах. На основі проведеного комплексу експериментальних досліджень побудовано узагальнені діаграми циклічної тріщиностійкості конструкційних сталей залежно від об'ємної концентрації водню, які дають підґрунтя для оцінки технічного стану та безпечного терміну експлуатації трубопроводів у воденьвмісних середовищах.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України розроблено порошкові дроти і технології наплавлення ними деталей конструкцій та машин з тонких біметалевих

листів для їх захисту від різних видів абразивного зношування. Вони дають змогу отримувати якісний наплавлений метал з мінімальними деформаціями наплавлених деталей та мінімальним проплавленням основного металу без пропалин. Їх використання для наплавлення великогабаритного колеса шахтного вентилятора дозволило в 1,8 раза збільшити ресурс його експлуатації.

Співробітники Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка НАН України удосконалили технологію синтезу біогенних поверхнево-активних речовин зі збільшенням їх виходу на 30%. Встановлено, що ці речовини інгібують корозію сталі та алюмінієвого сплаву у мінералізованих середовищах за механізмом адсорбції. Швидкість корозії сталі в інгібованих розчинах знижується у 5–7 разів, а алюмінієвого сплаву — у 7–8 разів. Нова інгібувальна композиція пройшла дослідно-промислово перевірку на підприємствах для зниження агресивності мастильно-охолоджувальних рідин та пластової води.

Комплекс досліджень з підвищення надійності і довговічності зубчастих передач шляхом комплексної взаємодії методів вакуумної плазмової обробки та алмазного зубохонінгування виконано спільними зусиллями фахівців Інституту надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України та Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України. Вперше розроблено уніфіковану кінетичну схему обробки зубчастих коліс та їх структурну математичну модель. Створено технології керування параметрами жорсткості поверхневого шару і формування зміцнених шарів на поверхні зубчастих вінців, що значно підвищує ресурс їх експлуатації.

В Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України розроблено принципово новий метод електродинамічної обробки зварних з'єднань, який ґрунтується на застосуванні дії на метал заряду імпульсу струму високої щільності. Електродинамічна обробка забезпечує усунення залишкових напружень, підвищує циклічну міцність зварних з'єднань і є ефективним засобом післязварювальної правки



Вивали фрагментів кам'яної кладки опори № 21



Часткове руйнування бетону ригеля опори № 11 під підферменником



Корозійне руйнування горизонтальних в'язей у прогоні 16–17



Корозія та руйнування елементів деформаційних швів і прилеглих поперечних балок



Корозія та руйнування вузлів кріплення стовпів освітлення



Руйнування секції перильного огородження та їх кріплень

Рис. 1. Пошкодження конструкцій мосту ім. Є.О. Патона

тонколистових конструкцій. Її було застосовано для усунення зварювальних деформацій і підвищення ресурсу суднобудівних і авіаційних конструкцій. Зараз за контрактом триває впровадження цієї технології в космічній промисловості Китаю.

За проектами зазначеної програми одержано багато цікавих і корисних результатів, але про всі з них за браком часу неможливо розповісти у звітній доповіді. Основні результати робіт, виконаних протягом п'яти років за проектами програми, наведено в підсумковому збірнику праць з програми «Ресурс-2». Збірник уже підготовлено і передано до друку відомому видавництву «Фенікс». Такі збірники, опубліковані раніше, здобули високу оцінку фахівців, які вважають їх енциклопедією з питань ресурсу і вагомим внеском у підвищення рівня науково-інженерної культури в нашій країні.

Наукова рада програми «Ресурс-2» також підготувала і видала «Каталог інноваційних пропозицій», до якого увійшли нові розробки

науковців, виконані за цією цільовою програмою з урахуванням нагальних потреб економіки нашої держави і призначені для підприємств і організацій сучасних галузей промисловості, будівництва та агропромислового комплексу. Сподіваємося, що ці пропозиції збагатять потенційних споживачів сучасною науково-технічною інформацією та допоможуть у вирішенні багатьох їхніх проблем.

Загалом за 2016–2020 рр. в рамках виконання програми було опубліковано 402 друковані праці, зокрема 36 монографій та збірників, отримано 65 патентів України на винаходи, зроблено 132 доповіді на конференціях.

Шановні учасники зібрання!

Нещодавно фахівці Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України завершили обстеження технічного стану головних балок мосту імені Євгена Оскаровича Патона. Дозвольте мені на його прикладі продемонструвати, наскільки актуальною є проблема обстеження і ремонту мостових споруд.



Рис. 2. Сміття на головних балках і корозійні пошкодження мосту ім. Є.О. Патона

Як відомо, введений в експлуатацію у 1953 р., цей міст став першим у світі суцільнозварним великогабаритним автодорожнім мостом. Ця унікальна інженерна споруда має історичну цінність і не тільки увійшла до анналів світового мостобудування, а й стала гордістю столиці України, її візитівкою. Однак проєктна інтенсивність руху мостом становить 10 тис. автомобілів на добу. Сьогодні ним проїздить до 100 тис. автомобілів на добу, не кажучи вже про збільшення їх маси та регулярні затори.

В якому ж стані перебувають конструкції мосту після 67 років експлуатації? На рис. 1 показано дефекти, які потребують негайного усунення. Можна бачити вивали фрагментів кам'яної кладки, корозійне руйнування горизонтальних в'язей, корозію та руйнування елементів деформаційних швів, руйнування секцій перильної огорожі та їх кріплень.

Особливу небезпеку становлять корозійні пошкодження головних балок. Найбільше потерпають від корозії нижні пояси балок і зони їх з'єднання зі стінками. Пояснюється це тим,

що близько 10 років тому проводили ремонт пішохідних тротуарів, під час якого будівельне сміття не прибирали, і воно падало на нижні пояси балок. Скупчення сміття спричинило накопичення вологи і значне збільшення корозійних пошкоджень. На рис. 2 наведено таку ділянку головної балки, що наочно демонструє, до чого призводить безгосподарність і безвідповідальність експлуатуючих організацій. У деяких місцях стінки горизонтальних балок вже прокородували на 100%. До речі, під час діагностики не було виявлено жодної тріщини у зварних з'єднаннях, що підтверджує високу якість зварювальних робіт, виконаних багато років тому.

Виникає питання: що робити далі? Насамперед необхідно негайно прибрати будівельне сміття з нижніх поясів головних балок, відновити конструктивні елементи і настили оглядових проходів, розробити проєкт капітального ремонту мосту і виконати ремонт. Це дуже велика і витратна робота, але якщо її відтермінувати, місто може залишитися без славетного

мосту ім. Є.О. Патона. Неважко уявити, який колапс автомобільного руху тоді виникне.

Результати діагностики головних балок ми передали керівництву КП «Київавтодор». Слід зазначити, що недавно було проведено тендер на розроблення проектно-кошторисної документації на реставрацію мосту ім. Є.О. Патона і визначено головного виконавця робіт.

Шановні колеги!

На завершення дозвольте нагадати, що цього року закінчується термін виконання чергового циклу програми «Ресурс». Зважаючи на важливість результатів, отриманих під час її виконання та актуальність проблеми зношеності основних фондів у всіх галузях промисловості України, доцільно започаткувати нову цільову програму наукових досліджень НАН України «Науково-технічні проблеми моніторингу стану, оцінювання і подовження ресурсу конструкцій, обладнання та споруд тривалої експлуатації» (Ресурс-3). Мета цієї програми — створення ефективних методів, засобів і технологій моніторингу технічного стану та

продовження безпечної експлуатації промислового обладнання, об'єктів атомної енергетики, будівельних і транспортних конструкцій, мостів, виробів авіаційної і космічної техніки з урахуванням зміни властивостей їх матеріалів при довготривалому використанні.

Ми готові розпочати підготовку проектів для включення їх у нову програму. Вже розроблено концепцію і структуру програми, сформовано склад наукової ради. Виконання цієї програми дозволить зменшити ймовірність аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру, а також дасть значний економічний ефект, зумовлений подовженням термінів безпечної експлуатації відповідальних об'єктів великої вартості, особливо компонентів обладнання атомних і теплових станцій, трубопроводів, мостів, будівельних споруд, конструкцій авіаційної та космічної техніки.

Дякую за увагу!

За матеріалами засідання підготувала О.О. Мележик

Leonid M. Lobanov

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9296-2335>

Paton Electric Welding Institute of the National Academy of Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine

ON THE IMPLEMENTATION OF THE TARGET PROGRAM OF SCIENTIFIC RESEARCH OF THE NAS OF UKRAINE “RELIABILITY AND DURABILITY OF MATERIALS, STRUCTURES, EQUIPMENT AND CONSTRUCTIONS”

Transcript of report at the meeting of the Presidium of the NAS of Ukraine, December 9, 2020

The report presents the most important results of the target research program of the NAS of Ukraine “Reliability and durability of materials, structures, equipment and constructions” (“Resource-2”) in 2016-2020, aimed at solving a set of problems, development and implementation of measures and tools to ensure the reliability, durability and safe operation of responsible long-term facilities related to the basic needs of the country. It is proposed to launch a new targeted research program of the NAS of Ukraine “Scientific and technical problems of monitoring, evaluation and extension of life of structures, equipment and constructions of long-term operation” for 2021-2025 (“Resource-3”).