

В.М. Колодніцький, канд. фіз.-мат. наук; **О.М. Соколов**, канд. техн. наук;
Н.І. Колодніцька

*Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, ул. Автозаводская, 2,
г. Киев, 04074, Украина,
E-mail: vasylkolod56@gmail.com, ansok1953@gmail.com, nik.library@ism.kiev.ua*

РОЛЬ ЧЛЕНА-КОРЕСПОНДЕНТА НАН УКРАЇНИ ОЛЕКСАНДРА ОЛЕКСАНДРОВИЧА ШУЛЬЖЕНКА У СТВОРЕННІ НАДТВЕРДИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВИСОКИХ ТИСКАХ І ТЕМПЕРАТУРАХ

Висвітлено діяльність відомого вченого в галузі матеріалознавства, доктора технічних наук, професора, члена-кореспондента НАН України Олександра Олександровича Шульженка у створенні надтвердих матеріалів при високих тисках і температурах.

Шульженко О. О. виконав глибокі фундаментальні дослідження механізму утворення алмазів, що дало змогу вперше в світовій практиці встановити нові типи розчинників вуглецю, які дозволяли на порядок збільшити швидкість росту кристалів алмазів. За керівництва О. О. Шульженка були здійснені роботи зі створення нанокристалічних алмазних композитів різного функціонального призначення, розроблено наукові основи отримання нового покоління надтвердих матеріалів.

Ключові слова: член-кореспондент НАН України О. О. Шульженко, надтверді матеріали, синтез, спікання, високі тиски і температури.

Алмаз – матеріал, відомий людству понад 3 тис. років. Дослідники, зокрема в другій половині ХІХ–на початку ХХ століть прикладали величезні зусилля для експериментального синтезу алмазу, але вони були марними, а досліди – безуспішними. Вже давно було доведено, що алмаз складається з чистого вуглецю, як і графіт, і тому багато хто намагався отримати алмази штучним шляхом з графіту.

У 1939 р. в науковому журналі «Успехи химии» була опублікована стаття співробітника Інституту хімічної фізики АН СРСР О. І. Лейпунського з детальними розрахунками, графіками і таблицями, в якій були оприлюднені досить точні і надійні параметри синтезу алмазу [1].

До цього в 1938 р. з'явилася стаття відомих фізико-хіміків Ф. Россіні і Р. Джессупа, що містила зведення термодинамічних потенціалів і констант для алмазу і графіту до температури 1400 К (тобто приблизно 1100 °С). Дослідники на підставі даних про теплоємність і теплоту згорання врахували різницю термодинамічного потенціалу графіту і алмазу при початковому тиску аж до 1400 К. Лейпунський О. І. продовжив розрахунки в область більш високих температур (від 1400 до 3400 К) методом екстраполяції. Він дістався до області, в якій опинилася стійкою алмазна і нестійкою графітова фази.

Пророцтво О. І. Лейпунського збулося в точності. Теорія була практично підтверджена отриманням через 15 років в ряді науково-дослідних лабораторій світу алмазу в умовах, сформульованих ним.

Перший успішний синтез алмазу з графітометалічної суміші при тиску 83000 атмосфер був виконаний в 1953 році в лабораторії компанії АСЕА (Швеція). У США синтез алмазів незалежно був здійснений в лабораторії компанії Дженерал Електрик в 1954 році. Цей рік визнано датою отримання перших синтетичних алмазів (man-made diamonds). А у жовтні 1960 року компанія ДЕ БІРС оголосила про створення свого комерційно ефективного виробництва синтетичних алмазів в південній Африці.

У СРСР групою учених Інституту фізики високих тисків Академії наук у 1960 році незалежно був здійснений синтез алмазів в оригінальному АВТ типу «ковадло з поглибленням

(сочевиця)». На цій базі у листопаді того ж року в Києві в Центральному технологічному бюро твердосплавного інструменту і його дослідницькому заводі під керівництвом В. М. Бакуля



*Олександр Олександрович Шульженко
(9 жовтня 1935–1 квітня 2024)*

були успішно проведені перші дослідження із синтезу алмазу в Україні, а в пізніше створеному Інституті надтвердих матеріалів була розроблена промислова технологія, і в рекордно короткий термін в кінці жовтня 1961 року запрацювало промислове виробництво і в результаті наполегливої, самовідданої творчої праці було отримано 2 тисячі каратів (400 грамів) синтетичних алмазів [2, 3] Велика заслуга у успішній реалізації цієї роботи належить Олексію Йосиповичу Пріхні, Олександровичу Шульженку, Василю Івановичу Житнецькому і Олександровичу Федоровичу Ляшенку.

Олександр Олександрович Шульженко – відомий вчений в галузі синтезу і спікання надтвердих матеріалів, Заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державних премій УРСР (1981 р.) та України (1996 р.) в галузі науки і техніки, лауреат премії НАН України ім. І. М. Францевича (1997 р.), доктор технічних наук (1990 р.), професор (2000 р.), член-кореспондент НАН України (1997 р.), заслужений винахідник України (1980 р.).

О. О. Шульженко народився у місті Києві, де пройшли його дитячі і юнацькі роки та все подальше життя і трудова діяльність.

Його батько, Шульженко Олександр Костянтинівич, і мати, Кравченко Єфросинія Федорівна були простими робітниками. Батько в 1939 р. був призваний до лав Радянської Армії, а в 1945 загинув. Усі турботи з виховання двох дітей (він і сестра) лягли на плечі його матері, Єфросинії Федорівни.

У 1954 році О. О. Шульженко закінчив середню школу № 8 м. Києва. Після закінчення школи був призваний на службу до лав Радянської Армії. Службу проходив у Заполяр'ї. За відмінну бойову підготовку був сфотографований біля розгорнутого прапора дивізіону.

Свою трудову діяльність після закінчення служби в армії Олександр Олександрович розпочав у 1956 р. в Українській філії Всесоюзної контори технічної допомоги із застосування твердих сплавів як різноробочий, потім його перевели в цех № 1 робітником на установку ТВЧ, продовживши її з 1959 р. на Київському заводі дослідного інструменту, що входив в склад ЦКТБ твердосплавного інструменту, а пізніше в створеному на його базі Інституті надтвердих матеріалів при Держплані України.

Протягом 1960–1964 років Інститут надтвердих матеріалів швидко розвивався. Для організації та успішного розвитку промислового виробництва порошків алмазу і їх впровадження в промисловість багато зробив колектив лабораторії синтезу надтвердих матеріалів, у якому з перших днів організації активно працював О. О. Шульженко, пройшовши шлях від старшого інженера до завідувача відділу, головного наукового співробітника відділу «Створення надтвердих матеріалів при високих тисках».



*Колектив Київського заводу дослідного інструменту в 1958 році
(у верхньому ряду по центру – О. О. Шульженко)*

У жовтні 1961 року колектив інституту рапортував ХХІІ з'їзду КПРС про те, що в Києві на основі лабораторного методу Академії наук СРСР розроблено промислову технологію виробництва алмазу і випущено перші 2000 каратів синтетичних алмазів.



*О. О. Шульженко і О. І. Боримський
випробовують нову конструкцію АВТ*

Олександровича нагороджено орденом «Знак Пошани».

Починаючи з 1963 р. О. О. Шульженко активно працює над розробкою способу синтезу і технологій виробництва кубічного нітриду бору. Ним особисто був винайдений ефективний спосіб його хімічного очищення. Цей спосіб і нині використовується на багатьох спеціалізованих заводах.

У 1964 р. О. О. Шульженко без відриву від виробництва закінчив Київський політехнічний інститут (з 1995 р. – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського») за спеціальністю

За активну участь у створенні промислової технології синтезу алмазу указом Президії Верховної Ради СРСР від 30 грудня 1963 р. Шульженка Олександра



2. Большой вклад в развитие народного хозяйства страны вносит украинское учение. Благодаря их исследованиям заметно повышается отдача труда многих производственных коллективов.
20 миллионов рублей – такой экономический эффект дадут предельное развитие учения института синтетических материалов АН УССР. На кафедрах С. И. М. и кандидат технических наук А. Шульженко и руководитель группы А. Боримский исследуют процесс синтеза алмазов.
7 ноября 1980 г. «ПРАВДА»

Фото з газети «Правда» від 2 листопада 1980 р.

«Технологія машинобудування, металорізальні верстати та інструменти».

У 60–70 роках О. О. Шульженко спільно з колегами створив гаму алмазних шліфпорошків (АСО, АСР, АСВ, АСК, АСС, АСТ) з широким діапазоном фізико-механічних



О. О. Боримський, О. Й. Пріхна, О. О. Шульженко та В. І. Житнецький проводять експеримент з використанням пресу зусиллям 14000 тон виробництва фірми ASEA (Швеція)

та експлуатаційних властивостей (міцність, крихкість, форма і питома вага зерна, здатність до самозаточування та ін.). За його активної участі всі розроблені технології одержування синтетичних алмазів були впроваджені на крупних заводах алмазної галузі в Полтаві, Єревані, Львові, Бориславі і Ташкенті.

О. О. Шульженко спільно з д.т.н. В. М. Бакулем і к.т.н. О. Й. Пріхною, А. Ф. Гетьманом, О. І. Боримським розробили і впровадили на всіх заводах алмазної галузі СРСР ефективні апарати високого тиску (АВТ) для синтезу алмазів і кубічного нітриду бору. Деякі з цих АВТ і нині ефективно працюють.

З 1972 р. Інститут надтвердих матеріалів ввійшов до складу АН УРСР. За цей час Інститут склався як колектив вчених, що вирішує на фундаментальних фізико-хімічних основах актуальні завдання створення і застосування алмазних та алмазоподібних матеріалів і домогся визначних досягнень в області синтезу і спікання надтвердих матеріалів при екстремально високих p , T -параметрах [4].



Співробітники лабораторії технології синтезу і спікання надтвердих матеріалів за високих статичних тисків Інституту надтвердих матеріалів (1975 р.)

З 1981 р. О. О. Шульженко працював завідувачем лабораторії технології синтазу і спікання надтвердих матеріалів за високих статичних тисків (у 1986 році лабораторія була перетворена у відділ), а в період 2006–2022 рр. він виконував обов'язки головного наукового співробітника цього відділу.



О.О. Шульженко (1985 рік)

О. О. Шульженку належать пріоритетні і визнані в науковій світовій літературі теоретичні та експериментальні результати з установлення механізму утворення алмазів. Виконані О. О. Шульженком у рамках академічної науки глибокі фундаментальні дослідження механізму утворення алмазів дали змогу вперше в світовій практиці встановити нові типи нетрадиційних розчинників вуглецю, які дозволяли на порядок збільшити швидкість росту кристалів алмазів. Над цими питаннями він працював постійно, починаючи з 60-х років.

В його перших публікаціях показано, що кристаліти графіту є джерелами центрів кристалізації і сприяють утворенню великої кількості дрібних монокристалічних алмазів з високою абразивною здатністю. При використанні для синтезу алмазів сплавів розчинників, що не містять вуглець, кількість центрів кристалізації зменшується, що спричиняє утворення крупних кристалів і в великій кількості. На базі цих досліджень розроблені два високоефективні способи одержання монокристалічних алмазів – крупних і дрібних.



Колектив лабораторії технології синтазу і спікання надтвердих матеріалів за високих статичних тисків Інституту надтвердих матеріалів (1985 р.)

О. О. Шульженко в своїх публікаціях представив новий погляд на механізм утворення алмазів. Він показав, що як розчинник вуглецю можна використовувати не тільки перехідні метали, але і магній, цинк, мідь та ін., здатних в умовах високих тисків і температур розплавляти вуглець і забезпечувати необхідне пересічення розплаву. Установлено, що не всі розплави, які інтенсивно змочують графіт і алмаз і які мають низькі значення міжфазної енергії, сприятливо впливають на процес синтезу. Інтенсивне карбідоутворення на межі поділу графіт–розплав і недостатня кількість розчиненого вуглецю можуть чинити негативний вплив на процес утворення алмазу.

В основу перспективного пошуку традиційних розчинників, що не містять перехідні метали, які використовуються в процесі синтезу алмазу, О. О. Шульженком були покладені представлення про вплив високих тисків на збільшення розчинності вуглецю в розплавах. Експериментальними дослідженнями ним вперше в світовій практиці були установлені нові розчинники вуглецю, що забезпечують ефективний синтез алмазу, а саме: магній, цинк, мідь, оксиди, карбіди, карбонати, гідроксиди лужних і лужноземельних матеріалів та низка інших. Розроблені способи синтезу запатентовані в США, Німеччині, Франції, Японії, Італії, Бельгії та інших країнах. Доведено, що використання деяких типів нетрадиційних розчинників дозволяють збільшити швидкість росту кристалів алмазу на порядок (за однакової кількості) в порівнянні зі швидкістю росту в системі, що містить перехідні метали. Спільно з колегами О. О. Шульженком побудовано діаграми плавкості Mg–C, Zn–C, Zn–Mg–C за високих тисків.

Дослідження О. О. Шульженка з вивчення кінетики кристалізації алмазів і установлення факторів, які викликають зміну тиску в апаратах високого тиску в процесі синтезу, лягли в основу розробок з удосконалення технології процесу синтезу і створення нових конструкцій апаратів високого тиску.

Виконана в 1978 р. О. О. Шульженком кандидатська дисертація на тему «Дослідження ступеня перетворення графіту в алмаз і міцність кристалів, що синтезуються в різних умовах» принесла йому широке визнання спеціалістів у галузі синтезу надтвердих матеріалів. Великий відгук мали результати з установлення залежності між границею міцності і об'ємом кристалів алмазу, а також в залежності між границею міцності кристалів і вмістом металічних включень та домішок парамагнітного азоту у них. Ряд науково-технічних розробок, виконаних О. О. Шульженком в процесі досліджень з теми кандидатської дисертації, були запатентовані в США, Німеччині, Франції, Італії та інших країнах і впровадженні на заводах алмазної галузі. Розвиток О. О. Шульженком сучасної теорії синтезу дозволили більш точно встановити процес утворення природних алмазів.

На основі алмазу було розроблено широку гаму нових надтвердих матеріалів [5]. Одним із перспективних напрямів, заснованих на фазовому перетворенні в умовах високих тисків і температур різних форм вуглецю, стало отримання алмазних полікристалів спеціального призначення (з високою електропровідністю, теплопровідністю та надпровідних).

У результаті експериментальних досліджень О. О. Шульженка з колегами було показано можливість одержання полікристалічних алмазів із використанням як джерела вуглецю фулерита, що забезпечує більший вміст домішки бору в ґратці та, як наслідок, одержання полікристалів із металічною провідністю, а також таких, що мають надпровідні властивості. При цьому використання нетрадиційних розчинників вуглецю – бору і дибориду титану – сприяє алотропному перетворенню фулерит (C₆₀)–алмаз за істотно нижчих баротермічних параметрів.

Активно розвивається новий напрям створення надтвердих матеріалів – полікристалічні надтверді композиційні матеріали з гібридною алмазною основою. Як відомо, під гібридом мають на увазі об'єкт, що поєднує в собі властивості інших (двох або більше)

об'єктів, водночас відповідні елементи є закінченими рішеннями, а внаслідок їхнього об'єднання створюються нові бажані властивості.

У результаті надтвердий матеріал з гібридною алмазною основою (торговий знак «гібридайт») являє собою укладену в полікристалічну алмазну оболонку з алмазного композиційного термостійкого матеріалу (АКТМ) пластину моно- або полікристалічного CVD-алмазу. Таким чином, реалізується поєднання унікальних фізико-механічних і теплофізичних характеристик CVD-алмазу з високою твердістю, міцністю і термостійкістю полікристалічної оболонки з алмазів статичного синтезу. Зносостійкість такого гібридного композиційного матеріалу до шести разів перевищує зносостійкість матеріалу АКТМ при точінні граніту.

Активованим спіканням при високих р, Т-умовах алмазних мікропорошків з добавкою n-шарових графенів ($n < 4$) в кількості 0,05–0,20 % (за масою) отримано новий зносостійкий надтвердий алмазний композиційний матеріал з міцністю на 35 % вище, ніж у полікристалів, отриманих без добавки n-шарових графенів [6]. Високі фізико-механічні властивості нового матеріалу досягнуто завдяки трибологічним характеристикам n-шарових графенів, які вводяться в шихту, що забезпечує зменшення тертя між алмазними зернами та їх заклинювання на етапі холодного ущільнення шихти.

У 80–90-х роках в Інституті надтвердих матеріалів під керівництвом О. О. Шульженка розвивалися роботи зі створення та застосування полікристалічних матеріалів на основі кубічного нітриду бору. В результаті проведених досліджень зі спікання мікропорошків кубічного нітриду бору з активувальними домішками був створений спільно з колегами новий композиційний матеріал – киборит [7] і широко впроваджений при механічній обробці загартованих сталей та чавунів.

Спільно з колегами установлений механізм впливу легуючих домішок бору і фосфору на фізико-механічні властивості кристалів кубічного нітриду бору, вперше установлені активувальні домішки такі, як сполуки, що містять групу $NnNm$ (наприклад, NH_4Cl), галогеновмісні сполуки та ін., які сприяють зниженню параметрів процесу синтезу і підвищенню міцності кристалів КНБ.

Розроблено спосіб синтезу «янтарного» термостійкого кубічного нітриду бору, а також створено і впроваджено технологічний процес одержання ініціатора перетворення – нітриду літію.

Поряд з роботами з синтезу алмазу і КНБ О. О. Шульженко проводив дослідження з вивчення впливу високих тисків і температур на структуру та властивості широкого класу матеріалів. Розроблена техніка та апаратура для створення високих тисків і температур були використані на прохання і з участю співробітників Інституту геології і геохімії копалин НАН України для дослідження синтезу вуглеводних систем із мінеральних вихідних речовин. Результати цих експериментів уперше підтвердили гіпотезу глибинного походження нафти.

У 1984–1988 рр. О. О. Шульженко був одним із головних учасників (керівником НДР) виконання відповідального державного завдання з розробки та впровадження алмазно-твердосплавних пластин (АТП) відповідно до постанови Ради Міністрів СРСР № 121 «Створення і організація виробництва нових видів високопродуктивних бурових доліт і коронок». Постанову Ради Міністрів було успішно виконано, а технологія виробництва АТП прийнята Державною міжвідомчою комісією і впроваджена на Львівському заводі штучних алмазів і на Дослідному заводі Інституту надтвердих матеріалів, які випускали АТП в необхідних для країни обсягах.

Експериментальні дослідження О. О. Шульженко виконував з широким колом висококваліфікованих спеціалістів: д.т.н. М. П. Беженарем, к.т.н. С. А. Божко, д.т.н. О. О. Бочечкою, к.т.н. В. Г. Гаргіним, д.т.н. І. А. Петрушею, к.т.н. О. М. Соколовим, к.т.н. Д. А. Стратійчуком та ін.

Діяльність О. О. Шульженка завжди була пов'язана з постановкою перспективних задач, експериментальною перевіркою нових ідей. Всі НДР під його керівництвом завершувались, як правило, новими розробками, пріоритет яких закріплено 143 авторськими свідоцтвами та 136 патентами.

У 1990 році він успішно захистив докторську дисертацію на тему «Наукові основи синтезу алмазів із заданими фізико-механічними властивостями» за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство в машинобудуванні. Основні положення дисертації опубліковані в 224 працях. У роботі ним вперше був визначений зв'язок мінімальної температури синтезу алмазу з температурою плавлення стабільних евтектик і перитектик в системах метал–вуглець, що дозволило установити механізм синтезу алмазів в різних умовах і системах. Велике наукове значення має запропонований ним спільно з колегами спосіб визначення крайового кута змочування металічними розплавами твердої поверхні різних речовин при тиску від 3 до 10 ГПа і температури від 1200 до 2800 °С методом нерухокої краплі. Завдяки розробленому способу О. О. Шульженком спільно з колегами виконані дослідження, направлені на визначення крайових кутів змочування графіту розплави металів і сплавів в області термодинамічної стабільності алмазу. Ці дані можуть бути використані для оцінки поверхневого натягу на міжфазовій границі графіт (алмаз) – розплав.

З 1990 р. до квітня 1993 р. О. О. Шульженко працював науковим керівником лабораторії «Тридіал» у Технічному Університеті в м. Будапешт (Угорщина). За цей час під його керівництвом і безпосередній участі було виконано ряд науково-дослідних робіт з синтезу алмазів в апараті типу «белт». Одержані результати досліджень опубліковані в провідних європейських наукових журналах.

У 1997 р. О. О. Шульженка обрано членом-кореспондентом НАН України за спеціальністю «матеріалознавство».

Член-кореспондент НАН України О. О. Шульженко керував проектом зі створення нанокристалічних алмазних композитів для фінішної обробки кольорових металів і їх сплавів. Був отриманий матеріал з унікальними фізико-механічними властивостями – $HV_{0,5} = 67$ ГПа, $K_{Ic} = 14,5$ МПа \times м $^{1/2}$.

В умовах високих тисків і температур одержані нові композиційні матеріали на основі карбіду бору, а також на основі бору – $AlMgB_{14+x}$, $B_6O_xN_y$ і $AlB_{40}C_4$. Крім цього, одержані високоміцні марки алмазних композиційних матеріалів різного призначення такі, як АКТМ1, АТМ2 і АКМ3.

О. О. Шульженко приймав активну участь у науково-педагогічній роботі. В 1998–1999 навчальному році читав курс лекцій «Надтверді матеріали та їх застосування» для студентів фізичного факультету Київського національного університету ім. Тараса Шевченка; неодноразово призначався науковим керівником дипломних проектів студентів цього ж університету та інших вищих навчальних закладів, аспірантів і консультантом докторантів. Впродовж багатьох років був беззмінним членом приймальної комісії Інституту надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України з кандидатських іспитів за спеціальністю 05.02.01 – матеріалознавство і вступних іспитів в аспірантуру.

14 учнів О. О. Шульженка захистили кандидатські дисертації: О. Б. Логінова (1982), А. Ф. Гетьман (1984), І. А. Петруша (1985), М. Я. Кацай (1986), О. О. Бочечка (1987), М. П. Беженар (1987), А. І. Ігнатуша (1987), О. В. Андреев (1988), О. С. Осіпов (1996), С. Ф. Корабльов (1996), О. М. Соколов (1999), Т. І. Смірнова (2001), Д. А. Стратійчук (2005), С. В. Ткач (2008), і троє – докторські: М. П. Беженар (2002), О. О. Бочечка (2002), І. А. Петруша (2002). У 2000 році йому присвоєно вчене звання професора.

З 1998 року О. О. Шульженко був членом спеціалізованої вченої ради із захисту докторських дисертацій Д016.10.01 при Інституті надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля НАН України, членом вченої ради інституту, членом редколегії науково-теоретичного журналу

«Надтверді матеріали» і щорічного збірника наукових праць «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання» (з 2020 р. – Інструментальне матеріалознавство)).

О. О. Шульженко лауреат Державної премії УРСР у галузі науки і техніки (1981 р.) – за розробку правлячих роликів із синтетичних алмазів підвищеної міцності та їх впровадження, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (1996 р.) – за створення високопродуктивного абразивного інструменту на основі надтвердого кубічного нітриду бору, конкурентоздатного на світовому ринку, лауреат премії НАН України ім. І. М. Францевича – за цикл робіт «Синтез алмазу» (1996 р.), лауреат премії «Одіссей» міжнародної академії «КОНТИНАНТ» – за видатні досягнення в галузі високих технологій. Нагороджений орденами «Знак Пошани» (1963 р.) та «За заслуги» III ступеня (2005 р.), медаллю «За доблесну працю» (1970 р.), ювілейною медаллю «В пам'ять 1500-річчя Києва» (1982 р.), медаллю «Ветеран праці», двома бронзовими, срібною та золотою медалями ВДНГ, Заслужений винахідник України (1980 р.)

У 2001 році за видатні досягнення в науково-дослідній роботі в галузі створення надтвердих матеріалів і підготовку наукових кадрів О. О. Шульженко відзначений Почесною Бакулівською медаллю (2001), заснованою в рік 40-річчя інституту (2001 р.), – за видатні досягнення в науково-дослідній роботі зі створення надтвердих алмазоподібних матеріалів і підготовку наукових кадрів. Щорічно дві медалі присуджуються вченим, найбільш успішно працюючим в інституті, і одна – вченому сторонньої організації України чи іншої держави, який плідно співпрацює з інститутом протягом багатьох років. За багаторічну сумлінну працю внесений до «Книги Пошани XXI століття» Інституту надтвердих матеріалів (2010). Нагороджений медаллю Міжнародної академії рейтингових технологій і соціології «Золота фортуна» (2013) та відзнакою НАН України «За наукові досягнення» (2015).

О. О. Шульженко виступав з лекціями і доповідями у відомих наукових центрах світу – Угорщини, Німеччини, Франції, Китаю. Ним опубліковано понад 500 наукових праць, в тому числі 12 монографій, 279 авторських свідоцтв і патентів, з яких 114 патентів одержані в 25 країнах світу (США, Німеччини, Франції, Італії, Бельгії, Англії, Японії, Канади та ін.) на 12

винаходів [8, 9]. Монографія «Синтез алмаза» перевидана в Японії.

О. О. Шульженко є одним з засновників щорічної Міжнародної конференції «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання», робота якої була започаткована в 1999 році. Він був організатором і до 2012 року керівником секції «Інструментальні,

конструкційні і функціональні матеріали на основі алмазу і кубічного нітриду бору» на цій конференції. Шульженко О. О. не пропустив жодного засідання та інших заходів конференцій. У нього вистачало терпіння



О.О. Шульженко проводить засідання секції «Інструментальні, конструкційні і функціональні матеріали на основі алмазу і кубічного нітриду бору» в рамках Міжнародної конференції «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання» (селище Морське, АР Крим (2010 р.))

заслуховувати усі чисельні доповіді, вступати у дискусії. За його ініціативи в рішення конференцій вносилися важливі питання розвитку наукових досліджень і впровадження у виробництво нових матеріалів і інструменту на основі алмазу і кубічного нітриду бору. Це давало можливість зосереджувати увагу наукової спільноти на розв'язанні важливих проблем галузі.



О.О. Шульженко робить доповідь на пленарному засіданні Міжнародної конференції «Породоруйнівний і металообробний інструмент – техніка і технологія його виготовлення і використання» (селище Морське, АР Крим (2010 р.)



Академік НАН України М.В. Новіков вітає О.О. Шульженка з ювілеєм – 70-річчям з дня народження

Протягом усіх років роботи О. О. Шульженко відчував підтримку і повне сприяння в усіх його починаннях керівників інституту, соратників по роботі, в числі яких академік НАН України М. В. Новіков, д.т.н. О. О. Розенберг, к.т.н. О. І. Боримський, член-кореспондент НАН України С. О. Івахненко, д.т.н. Г. П. Богатирьова, д.т.н. І. А. Свешніков, д.т.н. М. Г. Лошак та ін. Він підтримував тісні творчі зв'язки не тільки з колегами академічних інститутів в Україні, але й з колегами ряду наукових центрів за кордоном.

О. О. Шульженко виконав роботи відповідно до Державної науково-технічної програми (ДНТП

6.2) «Наукові функціональні та інтелектуальні матеріали стосовно створення промислової технології одержання спеціальних марок алмазних мікропорошків для підвищення експлуатаційних характеристик термостабільних композиційних полікристалічних матеріалів».

Він успішно розробив ряд нових наукових напрямів, у створеній ним науковій школі зі своїми учнями і однодумцями підготував проєкти зі створення наноструктурних композитів на основі CBN, B₄C та ін., виконав роботи зі створення більш досконалих надтвердих полікристалічних матеріалів з високими фізико-механічними властивостями для бурового, правлячого, різального інструменту.

Олександр Олександрович Шульженко був високоосвіченою, багатогранною, інтелігентною людиною, талановитим вченим, керівником, учителем, який багато уваги приділяв підготовці молодих наукових кадрів, був мужньою людиною, здатною приймати відповідальні рішення, вірним і добрим товаришем. Він був патріотом України, свого рідного міста Києва, Інституту надтвердих матеріалів, в якому пропрацював понад шість десятиріч років і заслужив великий авторитет та повагу усіх, хто його знав і працював з ним.

V. M. Kolodnitskyi, O. M. Sokolov, N. I. Kolodnitska

V. M. Bakul Institute for Superhard Materials of NAS of Ukraine, Kyiv, Ukraine

THE ROLE OF OLEKSANDR OLEKSANDROVYCH SHUL'ZHENKO, CORRESPONDING MEMBER OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF UKRAINE, IN THE CREATION OF SUPERHARD MATERIALS AT HIGH PRESSURES AND TEMPERATURES

The activity of the famous scientist in the field of materials science, Doctor of Technical Sciences, Professor, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine Oleksandr Oleksandrovych Shul'zhenko in the creation of superhard materials at high pressures and temperatures is highlighted.

Shul'zhenko O. O. performed deep fundamental research on the mechanism of diamond formation, which made it possible to establish new types of carbon solvents for the first time in the world practice, which allowed to increase the growth rate of diamond crystals by an order of magnitude. Under the leadership of O.O. Shul'zhenko, work was carried out to create nanocrystalline diamond composites for various functional purposes, and the scientific basis for obtaining a new generation of superhard materials was developed.

Key words: *Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine O. O. Shul'zhenko, superhard materials, synthesis, sintering, high pressures and temperatures.*

Література

1. Лейпунский О. И. Об искусственных алмазах. *Успехи химии*. 1939. Т. VIII, вып. 10. С. 1519–1534.
2. Колодніцький В. М., Колодніцька Н. І. Від пророцтва Лейпунського до досягнень творців українських алмазів. *Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: сб. науч. тр.* Киев: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2019. Вып. 22. С. 3–12.
3. Алмаз Украины: Пятидесятилетие работы Института сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля (1961–2011 гг.). Киев: «Азимут-Украина», 2011. 448 с.
4. Туркевич В. З., Колодніцький В. М. Про досягнення Інституту надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля в галузі синтезу і спікання надтвердих матеріалів за період діяльності в складі НАН України. *Сверхтвердые материалы*. 2018. № 5. С. 3–9.
5. Шульженко А. А., Соколов А. Н., Гаргин В. Г. Новые сверхтвердые материалы на основе алмаза: получение, свойства. *Обзор. Сверхтвердые материалы*. 2018. № 5. С. 10–24.

6. Шульженко А. А., Яворска Л., Соколов А. Н., Гаргин В. Г., Белявина Н. Н. Фазовые превращения *n*-слойных графенов в алмаз в условиях высоких давлений и температур. *Сверхтвердые материалы*. 2017. № 2. С. 3–13.
7. Новиков Н. В., Шульженко А. А., Беженарь Н. П., Нагорный П. А., Боримский А. И., Божко С. А. Киборит: получение, структура, свойства, применение. *Сверхтвердые материалы*. 2001. № 2. С. 40–51.
8. Олександр Олександрович Шульженко: Біобібліографія / НАН України, Ін-т надтвердих матеріалів ім. В. М. Бакуля; уклад. Н. І. Колодницька; відп. ред. Н. Ф. Колесниченко; ред. О. У. Петасюк. 2005. 96 с.
9. Научная школа Института сверхтвердых материалов / редкол. : гл. ред. Н. В. Новиков и др.; сост. Н. И. Колодницкая; НАН Украины, Ин-т сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля. К., 2017. 592 с.

Надійшла 20.09.24

References

1. Leypunskiy, O. I. (1939). Ob iskustvennykh almazakh [About artificial diamonds]. *Uspekhi khimii – Advances of Chemistry*. Vol. VIII, 10. 1519–1534 [in Russian].
2. Kolodnitskyi, V. M., Kolodnitska, N. I. (2019). Vid prorotstva Leipunskoho do dosiahnen tvortsiv ukrainskykh almaziv [From Leipunsky's prophesy to the achievements of ukrainian diamonds]. *Porodorazrushaiushchyi y metalloobrabatuvaiushchyi ynstrument–tekhnika y tekhnolohyia eho yzghotovlenyia y pryemenenya – Rock-cutting and metal-working tools–technology of manufacture and use*. 3–12. [in Ukrainian].
3. (2011). *Almaz Ukrainy: Pyatidesyatiletie raboty Instituta sverhtverdykh materialov im. V. N. Bakulya (1961–2011gg.)* [Diamond of Ukraine: Fifty years of work of the V. N. Bakul Institute of Superhard Materials (1961–2011)], 448. [in Russian].
4. Turkevych, V. Z., Kolodnitskyi, V. M. (2018). On the achievements of the Bakul Institute for Superhard Materials in the field of synthesis and sintering of superhard materials for the period of the activity in the composition of the National Academy of Science of Ukraine. *J. Superhard Mater.* 40(5), 299–303.
5. Shul'zhenko, A. A., Sokolov, A. N., Gargin, V. G. (2018). New diamond-based superhard materials. production and properties. Review. *J. Superhard Mater.* 40(5), 304–314.
6. Shul'zhenko, A. A., Jaworska, L., Sokolov, A. N., Gargin, V. G., Belyavina, N.N. (2017). Phase transformations of *n*-layer graphenes into diamond at high pressures and temperatures. *J. Superhard Mater.* 39(2). 75–84.
7. Novikov, N. V., Shulzhenko, A. A., Bezhenar, N. P., Nagornyj, P. A., Borimskij, A. I., Bozhko, S. A. (2001). *Kiborit: poluchenie, struktura, svojstva, primenenie* [Kiborite: production, structure, properties, application]. *Sverhtverdye materialy*. (2), 40–51. [in Russian].
8. Kolodnitska, N. I. (Comp.). (2005). *Oleksandr Oleksandrovych Shul'zhenko: biobibliohrafiia* [Oleksandr Oleksandrovych Shul'zhenko: biobibliography]. Kyiv: ISM NAS Ukraine. [in Ukrainian].
9. Kolodnitska, N. I. (Comp.). (2017). *Nauchnaya shkola Instituta sverkhverdykh materialov* [Scientific school of the Institute for Superhard Materials]. Kyiv: ISM NAS Ukraine. 592. [in Russian].