

## БЛОУС

Ольга Олексіївна –  
кандидат фізико-математичних  
наук, старший науковий  
співробітник відділу фізики  
міцності та пластичності  
матеріалів Інституту  
проблем матеріалознавства  
ім. І.М. Францевича НАН України



Академік НАН України  
Сергій Олексійович Фірстов

## ЛЮДИНА І НАУКА

### До 75-річчя академіка НАН України С.О. Фірстова

*1 грудня виповнилося 75 років від дня народження видатного українського вченого, фахівця в галузі фізики твердого тіла, електронної мікроскопії, розроблення нових матеріалів і технологій їх обробки, заслуженого діяча науки і техніки України, лауреата Державної премії України в галузі науки і техніки, заступника директора Інституту проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України, доктора фізико-математичних наук, професора, академіка НАН України Сергія Олексійовича Фірстова.*

Сергій Олексійович Фірстов народився в Києві в 1940 р. Після закінчення Київського політехнічного інституту в 1962 р. він прийшов на роботу до термофізичного відділу Інституту металофізики АН УРСР. Відділ тоді очолював директор Інституту Віталій Никифорович Гріднев, а його заступником був Віктор Іванович Трефілов. У колективі панувала фантастично творча і доброзичлива атмосфера. Поруч із досвідченими науковцями працювало багато молоді, всі були сповнені ентузіазму та наполегливості в досягненні поставлених цілей. Вимогливість керівників як до себе, так і до своїх учнів, їх особистий приклад наукової роботи дали свої результати – у відділі виростили 4 майбутні академіки, 5 членів-кореспондентів, десятки докторів наук.

Отже, під керівництвом В.І. Трефілова Сергій Олексійович почав займатися фізикою міцності та пластичності, а також структурним аналізом. Це був час, коли дислокації вже перестали вважати «вигодкою клятих імперіалістів», а теорія дислокацій почала набувати експериментального підтвердження завдяки прямому спостереженню дефектів кристалічної структури. Для таких досліджень потрібно було вдосконалювати методи трансмісійної електронної мікроскопії, теорії формування зображень та методів приготування об'єктів для дослідження. Певних успіхів у цьому напрямі було досягнуто в московському ЦНДІчормет у відділі Л.М. Утевського, куди С.О. Фірстова і направили на стажування. Після повернення до Києва в



Молоді і завзяті. Група електронно-мікроскопічних досліджень ІМФ АН УРСР. 1967 р.



С.О. Фірстов з відомим фізиком-теоретиком В.Л. Інденбомом та Н.П. Кушнарвою. 1985 р.



С.О. Фірстов та В.І. Трефілов. 1990 р.

листопаді 1962 р. він разом із Ю.М. Петровим отримав перші фольги хрому.

Багато років потому в доповіді на конференції, присвяченій 75-річчю В.І. Трефілова, Сергій Олексійович так згадував цей момент: *«Фольга під електронним пучком почала деформуватися, побігли контури екстинкції. Ми вирішили, що це дислокації, і покликали В.І. Трефілова, який подивився і сказав: «Я не знаю, що це таке, але це не дислокації»*. Пізніше, за словами С.О. Фірстова, у спогадах учнів відомого дослідника ролі дислокацій в розвитку пластичної деформації і зародження тріщин нобелівського лауреата Невілла Мотта він знайшов аналогічний епізод, причому реакція Н. Мотта на отриману картину була точнісінько такою ж, як і В.І. Трефілова. Наприкінці 1962 р. С.О. Фірстов уже досліджував одержані зразки, в яких чітко спостерігалися дислокації, а згодом метод трансмісійної електронної мікроскопії почали широко використовувати для доповнення результатів, отриманих іншими методами.

У 1965–1967 рр. С.О. Фірстов разом із В.О. Маніловим, В.Г. Ткаченком та В.І. Трефіловим встановили формування ультрадрібнозернистої структури за великих пластичних деформацій хрому. У подальшому на основі цих результатів було розвинено феноменологічну теорію еволюції дислокаційної структури та механічних властивостей матеріалів (переважно металів з об'ємноцентрованою кубічною ґраткою (ОЦК-металів) і сплавів на їх основі) за пластичної деформації у широкому діапазоні температур, ступенів деформації та різних умов термічної обробки. Уперше було встановлено кардинальну зміну механізму зміцнення при переході до великих пластичних деформацій у зв'язку з перебудовою різного типу дислокаційних розподілень у так звані розорієнтовані комірчасті структури, на основі яких формується високоміцний, фактично наддрібнозернистий стан матеріалу.

Отримані результати було узагальнено за допомогою діаграм структурних станів, що вказують на наявність різних типів субструктур (спільно з Г.Ф. Саржан і С.М. Каверіною).

На їх основі вдалося пояснити немонотонну залежність температури крихко-в'язкого переходу і тріщиностійкості від ступеня попередньої деформації, запропонувати ефективні методи поліпшення комплексу механічних властивостей, а також дати структурне обґрунтування стабільності зміни механічних властивостей. Ці роботи мали значний вплив на розроблення наукових основ технологій отримання та обробки широкої групи мало- та високолегованих сплавів на основі тугоплавких металів. За результатами досліджень дислокаційної структури, механізму деформації і низькотемпературної крихкості металів групи хрому та сплавів на основі хрому в 1967 р. С.О. Фірстов успішно захистив кандидатську дисертацію. Окремі розділи цього циклу робіт було відзначено премією Ради Міністрів СРСР (1981), премією ім. Є.О. Патона (1986).

Серед результатів, отриманих у ці роки, слід також відзначити відкриття проміжної гексагональної фази при фазових перетвореннях у чистому залізі та вуглецевих сталях, за що С.О. Фірстову у складі авторського колективу було присуджено премію ім. Д.К. Чернова (1973).

У 1973 р. Сергій Олексійович разом із колективом відділу фізики міцності і пластичності переходить до Інституту проблем матеріалознавства, куди В.І. Трефілова запросили на посаду директора. Групу електронних мікроскопістів С.О. Фірстова поповнили фахівці з растрової електронної мікроскопії та ожемікроаналізу, що відкрило нові можливості для використання розробленої ним методології вивчення механізму деформації широкого спектра матеріалів з обмеженою пластичністю (спільні роботи з Ю.М. Іващенко, Ю.М. Подрезовим, Л.С. Іголкіною, Н.О. Орловською). Того самого року С.О. Фірстов захищає докторську дисертацію на тему: «Структурні основи міцності тугоплавких металів».

Ураховуючи не лише наукові досягнення Сергія Олексійовича, а і його вміння працювати з людьми, врівноваженість та наукову принциповість, у 1981 р. В.І. Трефілов передає «свій» відділ під керівництвом С.О. Фірстова. При відділі створюється одна з перших в Ака-



С.О. Фірстов та Я.С. Яцків на семінарі в Європарламенті. Брюссель. 2001 р.



Президент України В.А. Ющенко вручає С.О. Фірстову Державну премію України в галузі науки і техніки. Київ. 2005 р.



Тут буде електронний мікроскоп з високою роздільною здатністю. ІПМ НАН України. 2006 р.

демії Централізована лабораторія електроннозондового аналізу. В основу її діяльності було покладено досвід Міжнародного центру електронної мікроскопії в Німецькій Демократичній Республіці, де свого часу стажувався Сергій Олексійович. Виконувати дослідження в лабораторії могли не тільки співробітники Інституту проблем матеріалознавства, а й інших наукових установ і галузевих підприємств України та Росії.

С.О. Фірстов зробив значний внесок у розуміння взаємозв'язку мікро- і макромеханіки руйнування на основі систематичних досліджень впливу структури на зміну мікроефективності руйнування та параметри тріщиностійкості, запропонував енергетичну концепцію зміни механізмів руйнування для цілої низки практично важливих матеріалів.

Особливо варто відзначити знайдену вперше у спільних роботах С.О. Фірстова, Ю.М. Подрезова, М.І. Даниленка, І.І. Іванової немонотонну залежність тріщиностійкості від пористості, а також єдиний підхід до аналізу деформаційного зміцнення компактних та пористих тіл з урахуванням зміни пористості при деформації, розроблений разом із професором М. Шлесаром (Словаччина) та його учнями.

Роботи С.О. Фірстова в галузі спечених матеріалів здобули міжнародне визнання — в 2002 р. його було обрано дійсним членом Міжнародного інституту спікання в Белграді.

Проведені С.О. Фірстовим дослідження великої групи перспективних матеріалів з обмеженою пластичністю (керамік, металокерамічних композитів, твердих сплавів) дали змогу розробити нові матеріали з високими питомими характеристиками. Спільно з В.І. Трефіловим, Ю.М. Таран-Жовніром і В.І. Мазуром він отримав міжнародні патенти на композиційні матеріали на основі титану, які на 300–400 °С збільшують робочі температури газотурбінних двигунів. Разом із А.А. Михайловим та С.С. Пономарьовим Сергій Олексійович запропонував новий ефективний метод термо зміцнення твердих сплавів, що дозволяє істотно підвищити експлуатаційні характеристики різального та бурового інструменту.

На особливу увагу заслуговує цикл робіт, присвячений «природним» композитам, де зміцнююча фаза утворюється в процесі кристалізації. За результатами спільних з М.В. Булановою, А.А. Бондар і Л.В. Артюх досліджень фазових рівноваг у системах  $Ti-Si-X$ ,  $Ti-V-X$ ,  $Ti-V-Si-X$ , де  $X$  —  $p$ - і  $d$ -метали, було розроблено нові сплави, що дозволяють шляхом термомеханічної обробки створити такі структурні стани, модуль пружності яких на 30% вищий за цей показник для найкращих титанових сплавів (Л.Д. Кулак, М.М. Кузьменко, І.Д. Горна, О.О. Білоус). При цьому сплави зберігають пластичність на рівні 5–11%, що важливо для використання в авіаційній техніці. Крім того, їм властива висока зносостійкість в агресивно-абразивному, лужному чи кислому середовищі, у морській воді.

Під керівництвом Сергія Олексійовича виконуються роботи з розроблення матеріалів медико-біологічного використання (Л.Д. Кулак, М.М. Кузьменко, Н.В. Ульянович), наноструктурованих матеріалів, отриманих унаслідок великих пластичних деформацій та іншими методами (Т.Г. Рогуль, Ю.Ф. Луговський), а також наноламінітів на основі титану, одержаних методами порошкової металургії (Е.П. Печковський, І.І. Іванова, О.М. Демидик).

Велику увагу С.О. Фірстов приділяє розробленню уявлень про граничні структурні стани та максимально досяжні механічні властивості. Так, отримано узагальнене рівняння, що описує залежність межі текучості від розміру зерна в широкому діапазоні розмірів зерен при переході від мікро- до наноструктур (Т.Г. Рогуль, О.О. Шут).

Загалом Сергій Олексійович завжди охоче береться за нову тематику досліджень. Наприклад, нещодавно він розпочав роботи з вивчення мультикомпонентних високоентропійних сплавів, які вирізняються підвищеною термічною стабільністю.

Своєю доброзичливістю, чуйністю, демократичністю та широкою ерудицією С.О. Фірстов приваблює до себе людей. Це створює в колективі спокійні, сприятливі для творчої праці

умови. Однак толерантність Сергія Олексійовича миттєво зникає, як тільки перед ним постає непорядність. Відданість своїй справі, любов до науки, принциповість були прищеплені йому з дитинства батьками — доцентом кафедри ливарного виробництва Київського політехнічного інституту Олексієм Миколайовичем Фірстовим та викладачем Київського технологічного інституту харчової промисловості Тетяною Андріївною Буксо. Приємно, що і син ювіляра, доктор фізико-математичних наук Юрій Сергійович Фірстов, продовжує сімейну традицію і успішно працює в Інституті металофізики ім. Г.В. Курдюмова НАН України.

Характерною рисою Сергія Олексійовича є притаманне йому почуття гумору. Поздоровлення колег з ювілеями в його виконанні часто супроводжуються гумористичними вітаннями, іноді у формі вірша або навіть, як одного разу на честь Юлія Вікторовича Мільмана, алюзіями на тему біблійного тексту.

*«И поступил он в ИМФ к Виктору сыну Иоханнаанову [В.И. Трефилову. — Ред.]. И стал он проявлять великое усердие во всем, и во всем измеряют твердость, и увидел, что это хорошо.*

*И открылась тайна. И расставил он все переходные и непереходные металлы, ковалентные и металлические, ионные и ван-дер-ваальсовы, а также с водородной связью кристаллы и все земные сплавы и соединения и интерметаллиды по месту их. И каждый свою энергию активации и объем активационный от него получил.*

*И отступила тьма, и предстал Юлий светел ликом и преображенный, и познал он флуктуацию термическую и синус гиперболический чудный, и пал потенциальный барьер.*

*И двойникование было, и дефекты упаковки, и рениевый эффект был, и расслой межъядерный, и переход под индентором фазовый... И ахнул весь ИПМ, и весь ИМФ, и весь открытый и закрытый ученый мир, и тот, что для ограниченного распространения.*

*И перебрал он инденторы разные, и нашел, что сокрыто в той твердости (и модуль, и упругие, и пластичность). И кто уверует в откровения те, благополучен пребудет до конца дней своих.*

*Изведаль он и пористость, и аморфность, и интерметаллиды, и квазикристаллы. Сварные и паяные соединения. И все уровни от нано- и микро- до мезо- и макро- подвластны ему. И говорят уже, что Герц и Бринелль, Моос и Шор, Мейер и Польша, Роквелл и Виккерс это не без лукавого, а Мильман есть истина и путь. И Синедрион принял его как своего.*

*И читали книжники и фарисеи статьи его и книги его, и изумились их числу великому, фактам непреложным и словам нетленным. Нет более великих пророков на всей тверди, твердость которой испытанию подлежит».*

Багато сил і часу Сергій Олексійович віддає підготовці наукової зміни. З 1982 р. він викладає на кафедрі металофізики і матеріалознавства Наукового фізико-технологічного центру НАН України та МОН України, з 1998 р. — професор кафедри прикладної фізики Фізико-технічного інституту при НТУУ «КПІ». Значна частина співробітників Інституту проблем матеріалознавства та інших академічних установ — це його колишні студенти.

Праці Сергія Олексійовича Фірстова та його учнів (а він підготував 5 докторів і 22 кандидатів наук) широко відомі серед світової наукової спільноти. Він підтримує активні контакти з ученими багатьох країн світу, сприяє зміцненню зарубіжних контактів українських науковців, був керівником цілої низки міжнародних проектів, є членом бюро Міждержавної ради «Міцність та пластичність матеріалів», дійсним членом Санкт-Петербурзької академії міцності, Міжнародного інституту спікання, членом редколегій журналів «Progress in Powder Metallurgy», «Прочність і фізическа мезомеханіка», «Металлофізика і новітні технології».