

безпосередньо на підприємствах, так і працівниками митниці та іншими контролюючими органами.

Аналізуючи підручник „Lerbuch der höheren Arithmetigsten und Algebra” (Прага, 1843–1844) („Підручник з вищої арифметики та алгебри”), що зберігається в архівних фондах, можна зробити висновок, що Яків Пилип Кулик був талановитим методистом. Підручник охоплює основні розділи арифметики, лінійної алгебри, основ математичного аналізу, аналітичної геометрії, теорії лінійних рівнянь. Матеріал викладений послідовно з детальними поясненнями та в доступній формі. Всі розділи підручника містять означення основних понять, теореми та формули, які супроводжуються зрозумілими поясненнями. Підручники Якова Пилипа Кулика користувалися великою популярністю і відповідали всім вимогам вищої школи.

Наукові праці Якова Пилипа Кулика, що зберігаються в архівних фондах Наукової бібліотеки Львівського національного університету ім. І. Я. Франка підтверджують багатогранність таланту та різноманітність наукового доробку вченого. Створюючи масштабні математичні таблиці, які успішно використовувалися для математичних підрахунків в різних наукових цілях, теоретик-обчислювач Яків Кулик складав таблиці, що мали безпосередньо практичне значення на виробництві, в інженерній справі, сільському господарстві. Роботи Якова Пилипа Кулика теоретичного характеру охоплюють не лише актуальні питання теорії чисел, але й проблемні питання теорії алгебраїчних рівнянь, алгебри, прикладної механіки.

**Список літератури:** 1. *Kulik J. F.* Beiträge zur Auflösung höherer Gleichungen überhaupt und der kubischen Gleichungen insbesondere. Prag, 1860. – 103 с. 2. *Kulik J. F.* Unter Suchungen über die Kettenbrückenlinie. Prag, 1838. – 38 с. 3. *Kulik J. F.* Theorie und Tafel der Kettenlinie. Prag, 1832. – 50 с. 4. *Kulik J. F.* Tafeln zur Bestimmung der Inhalts zylindrischer und konischer Gefässe in Bierbrauereien und Branntweimbrennereien. Lemberg, 1836. – 25 с. 5. *Kulik J. F.* Lerbuch der höheren Arithmetigsten und Algebra. Enthaltend nebst den wichtigsten Lehren der höheren Analysis nach Gräffes, Budans, Sturms, Fouriers, Horners und Sterns Auflösungsverfahren numerischer Gleichungen. Prag, 1843-1844. – 400 с.

*Надійшла до редколегії 23.06.10*

УДК 621.763:669.018.4(09)

**С. В. НОВИЦЬКА**, студентка НТУ «ХПІ»

## **ІСТОРІЯ ВИВЧЕННЯ ФІЗИКО — МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ДИСПЕРСІЙНО ЗМІЩЕНИХ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ З НАНОКРИСТАЛІЧНОЮ СТРУКТУРОЮ У 1960 – 1980-х роках.**

В роботі освещена история получения у 1960–1980 гг. вакуумных конденсатов псевдосплавов Cu-Mo, W, Ta, которые имеют уникальные свойства и представляют собой новый вид дисперсионно упрочненных композиционных материалов. Сделана попытка исторического анализа исследований структур и физико-механических свойств данных сплавов.

В роботі висвітлено історію отримання у 1960–1980 рр. вакуумних конденсатів псевдосплавів Cu-Mo, W, Ta, які володіють унікальними властивостями і представляють собою новий вид

дисперсійно зміцнених композиційних матеріалів. Зроблена спроба провести історичний аналіз досліджень структур і фізико-механічних властивостей даних сплавів.

In the article is concered the history of creating vacuumcondensates of alloies the Cu-Mo, W, Ta (during 1960-s – 1980-s y.), which possess a unique propeties and present a new kind of the precipatation-streghthed composition materials. There is made a try to make historiscal analysis of research of structure and physicomechanical propeties of these alloies.

Розвиток науки і техніки наприкінці XIX – початку XX століття ставить перед інженерами нові, раніше недосяжні цілі. Їх втілення можливе лише за рахунок створення нових матеріалів. В останні роки помітна тенденція до створення матеріалів зі задалегідь відомими властивостями Крім того, в умовах третьої технічної революції неабияка увага приділяється їх розмірам: метою нових розробок є мініатюризація об'єктів зі збереженням, а інколи збільшенням властивостей, які характерні масивним об'єктам. Саме тому, одержання й застосування функціональних плівок і покриттів в останні 40–60 років характеризується стрімким зростанням і в багатьох галузях промисловості займає ключові позиції. Особливо це стосується електронної техніки. Струмopовідні плівки – найпоширеніший клас функціональних покриттів у різних пристроях електронної техніки. До них відносяться пасивні плівкові елементи, струмопровідні канали мікросхем, елементи комутуючих пристроїв, контактні площадки змінних недротяжних резисторів [1, с. 94–95].

Створення композиційних матеріалів вважається одним з найперспективніших шляхів отримання нових матеріалів і продовжує привертати увагу інженерів досі. Один з видів таких композиційних матеріалів – псевдосплави, які важко чи зовсім неможливо отримати традиційним сплавленням їх компонентів, не розчинних ні в рідкому ні в твердому стані у рівноважних умовах. Фізико-механічні та експлуатаційні властивості цих сплавів, як правило, перевершують традиційні сплави аналогічного призначення. Отримання та розвиток даного виду композиційних матеріалів знаходять відображення у численних наукових працях прикладного характеру, однак найбільша увага приділяється псевдосплавам виготовленим за допомогою порошкової металургії. З 1980 р. знайдено новий шлях їх отримання – конденсація у вакуумі суміші парів компонентів псевдосплаву. Це дозволяє отримати новий вид матеріалів – дисперсійно зміцнені композити.

Метою даної роботи є висвітлення історії отримання старіючих плівок псевдосплавів на основі міді, сконденсованих у вакуумі у 1960–1980-х роках, описати подальше вивчення їх структури і властивостей, відмітити досягнення. Зроблено спробу проаналізувати актуальність відкриття цих матеріалів у контексті розвитку сучасної промисловості.

Традиційним методом отримання псевдосплавів довгий час були методи порошкової металургії. Головним стимулом їх зародження і розвитку досі була потреба у нових матеріалах. Основи сучасної порошкової металургії було закладено Петром Григоровичем Соболевським (1782–1841 рр.) та інженером Василем Васильовичем Любарським (1795–1854 рр.) у першій чверті XIX ст. (1826 – 1827 рр.), які випередили на три роки роботи англійця У. Х. Воллостона. П. Г. Соболевський і В. В. Любарський за дорученням

Гірничого департаменту розробили метод вироблення виробів та монет з платинового порошку, в зв'язку із необхідністю його переробки і відсутністю можливостей переплавлення. 26 травня 1826 р. були виготовлені перші промислові вироби [2; 3, с. 31–33].

У середині XIX ст. у зв'язку з розвитком технології отримання високих температур, промислове використання методів порошкової металургії на деякий час призупинилося, однак, на межі XIX–XX століть відновилося як спосіб виробництва з тугоплавких металів ниток розжарення для електричних ламп. Промислові методи виготовлення вольфрамових ниток для електричних ламп були введені у 1910 р. в м. Кулідж, США. Початок XX століття ознаменувався бурхливим розвитком електротехніки, що потребувала нових матеріалів. У 1900 р. були створені перші композиції із спечених матеріалів – мідно-графітові щітки для електромашинних генераторів та електродвигунів [4, с. 315].

Розвиток порошкової металургії не зупинився навіть під час Першої світової війни (1914–1918 рр.), коли була розроблена інша важлива композиція – магнітодіелектрики на основі феромагнітних металевих порошоків. На другому засіданні Гірської Ради при ВСНХ у 1918 р. розглядалося питання про видобуток вольфраму й молібдену, а при Главхимі ВСНХ була організована Комісія з рідких металів, що перетворилася у 1922 р. в «БЮРЕЛ» – Науково-технічне бюро по промислового застосуванню рідких елементів. Дослідження в цьому бюро послужили основою створення в СРСР із застосуванням методів порошкової металургії промислового виробництва тугоплавких металів, твердих сплавів і тугоплавких з'єднань рідких металів [3, с. 56].

Освоєння технології виготовлення різних порошоків дало поштовх розвитку робіт в області виготовлення виробів конструкційного призначення. Важливе значення для прогресу техніки мала розробка спечених твердих сплавів у 20-х роках XX століття німецьким інженером К. Шретером, а контакти для електротехніки із псевдосплавів і композицій на основі спечених матеріалів (вольфрам–мідь, срібло–графіт та ін.) почали випускати з 30-х років минулого століття. Крім технологічних розробок, були проведені великі дослідження в галузі створення наукових основ порошкового металознавства і порошкової металургії [4, с. 316].

У 70-ті роки XX століття в СРСР було кілька сотень наукових організацій і спеціалізованих виробництв, які активно брали участь у розвитку порошкової металургії. Серед них найбільшими були: Центральний науково-дослідний інститут чорної металургії (Цндічормет), Всесоюзний науково-дослідний інститут електромеханіки (ВНДІЕМ), Всесоюзний науково-дослідний і проектний інститут тугоплавких металів і твердих сплавів (ВНДІТС) та ін..

Порошкові матеріали використовуються практично у будь-якій галузі техніки і обсяг їх застосування безупинно розширюється як у країнах СНД, так і в інших країнах, таких як США, Великобританія, Німеччина, Японія. Так, з 1964 р. по 1972 р. річний обсяг у США зріс в 2,5 рази (з 47 до 118

тис. т), у Японії — приблизно в 4 рази (з 4 до 17 тис. т). Неабияку роль у створенні композитів відіграє розвиток електронної техніки, теж можна сказати і по відношенню до космічної техніки, ядерної енергетики [4, с. 316].

Широке використання спечених матеріалів обумовлено, перш за все, їх економічною вигідністю: порошкова металургія дозволяє значно заощаджувати метал, що знижує собівартість продукції (наприклад, при виготовленні деталей за допомогою лиття і обробки різанням іноді до 60–80 % металу втрачається при литті, йде на стружку та ін.) і дає можливість отримання композицій. Однак матеріали, отримані за цією технологією, як правило, характеризуються значною трудоємністю (виготовлення прес-форм та отримання чистих порошків) [2, 5].

Крім того, не менш цікавою, на даний час, технологією отримання композитів є метод отримання функціональних плівок та покриттів шляхом осадження їх компонентів із парової суміші на підігріту підложку. Цей метод дозволяє одержувати фольги з металів, неметалів і сплавів практично будь-яких сполучень із різноманітним складом, структурою і, як наслідок, найрізноманітнішими фізико-механічними властивостями. Вивчення високоміцних плівок і плівкових композицій здобуває особливе значення у зв'язку зі стрімким розвитком досліджень нових, перспективних матеріалів — мікрокристалічних і аморфних сплавів, які одержуються дуже швидким загартовуванням з рідкого стану у вигляді фольги й покриттів [5, с. 731].

Слід зазначити, що довгий час вважалося, що метали не можливо перевести в аморфний стан, але у 1960 р. П. Дувесом при вивченні впливу швидкості охолодження на структуру загартованого з рідкого стану сплаву  $Al + 25 \% Si$  були отримані рентгенограми, характерні для рідких речовин. У цей же час І. В. Саллі та І. С. Мірошниченко повідомили про одержання швидко загартованих кристалічних і аморфних сплавів за допомогою швидкого охолодження краплі рідкого металу між двома пластинами, які швидко оберталися [6, с. 399].

Однак, за фізико-механічними властивостями плівкові композиції з ультрадисперсною (мікрокристалічною) структурою практично не поступаються аморфним сплавам, істотно перевершуючи їх у температурній стабільності. Це пояснюється деякими специфічними ознаками, які характерні для сконденсованих у вакуумі плівок – наявністю у них фазової, структурної та субструктурної нерівноважностей. Крім того, утворенням поверхонь розподілу (міжкристалічних і міжфазних), які є найбільш ефективними бар'єрами для дислокацій, і викликають зміцнення плівок. Створення у плівкових матеріалах дислокаційних бар'єрів і регулювання відстаней між ними дозволяють впливати на міцність та пластичність. Ця ідея і була реалізована шляхом створення плівочних композиційних матеріалів [6, с. 405; 7, с. 26–29; 8, с. 4].

Хоча перші повідомлення про аномально високу міцність вакуумних конденсатів з'явилися у 40-х роках ХХ століття у монографії С. А. Вершинського, який вказував на те, що тимчасовий опір плівок алюмінію значно вище, ніж фольги тієї ж товщини, виготовленою звичайним вальцюванням,

систематичні дослідження цього явища були початі лише у 1960-ті роки, що обумовлювалося активним пошуком нових матеріалів. Так, в загально союзній програмі «Новые материалы» до 2005 р. головна роль у пошуку відводилася композитам, як матеріалам, що володіють необмеженими функціональними можливостями і забезпечують зменшення маси виробу із більшою надійністю [9, с. 117; 10, с. 3]. Інтенсивні дослідження в галузі фізики тонких плівок і плівкового матеріалознавства у Харківському політехнічному інституті почалися у 1963 р. із приходом проф. Л. С. Палатника і дозволили створити нову наукову школу. Працями школи Л. С. Палатника був даний імпульс до розвитку нових напрямків у науці. Яскравий приклад – плівкове космічне матеріалознавство, що народилося завдяки творчій співдружності кафедри металофізики і космічних фірм. Це дозволило у свій час набагато випередити аналогічні розробки в США [11, с. 400].

Спочатку більшість досліджень були присвячені об'єктам товщиною  $h \leq 1$  мкм, що обумовлювалося рядом причин. По-перше, спочатку вважали, що аномально висока міцність, властива лише тонким плівкам, по-друге, викликало інтерес питання взаємодії дислокацій з поверхнею, роль якої зростала при зменшенні товщини. І, нарешті, одержання плівок більшої товщини викликало певні труднощі. Результатами дослідів стали побудовані діаграми деформації плівок різної товщини при кімнатній температурі, вивчені дислокаційні структури (в останньому випадку, як правило, розглядали монокристалічні об'єкти). Однак отримана інформація носила неоднозначний і, навіть, суперечливий характер, що ще більш загостило проблему відтворюваності результатів.

Подальшому розширенню діапазону досліджень структури і міцності сприяла поява даних про високоміцні плівки товщиною  $h \geq 10$  мкм у 1962–1964 рр. Методами рентгеноструктурного аналізу й мікротвердості була виявлена наявність зв'язку між міцністю й розмірами структурних елементів. У цей час були встановлені найважливіші параметри, що впливають на структуру плівок окрім швидкості осадження: температури осадження і наступного відпалу. При їх збільшенні спостерігалось наближення властивостей плівок до відповідних характеристик масивних металів [8, с. 4].

Хоч у 60-ті роки минулого століття були відомі лише поодинокі відомості про можливі зміни структури й міцності, уже була досить докладна інформація про особливості структури конденсатів (у більшості випадків для товщини близько 0,1 мкм). Інтенсивно досліджувалася специфічна структура (субструктура) напівкристалічних плівок, що утворюється при великих переохолодженнях і пересиченнях у порівнянні з умовами кристалізації масивних тіл. Дослідження виявили наявність розвиненої субструктури та безлічі дефектів кристалічних решіток і дозволили пояснити значну нерівноважність плівок, що призводить до істотних змін субструктури об'єктів товщиною більше 1 мкм у процесі конденсації і, навіть, наступній витримці при кімнатній температурі. Розвиток процесів повернення та рекристалізації призводить до структурної неоднорідності по товщині. Це слугувало поштовхом до створення шаруватих композицій для стабілізації структури.

Перші згадки про шаруваті (багатошарові) композиції, які склалися із напівкристалічних плівок пластичного металу, розділених більш тонкими шарами жароміцного матеріалу, відносяться до 1964 р.. Наступні дослідження показали, що резервом значного підвищення міцності плівок, крім зміни структури за рахунок умов осадження, є зменшення їхньої товщини. Перед вченими відкрилися привабливі перспективи створення плівкових композицій мікроскопічних розмірів, що складаються з тонких полікристалічних плівок різномірних елементів з міцністю, недосяжної для металургійних матеріалів. Механічні властивості таких композицій можна змінювати у широких межах за рахунок зміни товщини й міцності складових шарів.

У зарубіжній літературі проблема плівкових композиційних матеріалів також фактично не обговорювалася аж до кінця 60-х років ХХ століття. Лише у 1967 р. Л. Ебертом та Дж. Геддом відзначалося, що у 1934–1948 рр. Е. Андраде і Р. Роско відкрили, що багатошарова композиція з тонких плівок Ag-Cu і Pb-Zn значно міцніше за окремі складові. Основною причиною зміцнення автори вважали блокування дислокацій на поверхнях розподілу [12, с. 112].

У 1970 р. Кехлер запропонував модель композиційного матеріалу, який складався із найтонших (~10 нм) монокристалічних шарів двох епітаксialно сконденсованих металів із пружними властивостями, що дуже відрізняються. Зроблений ним розрахунок показав, що найбільші напруги плинину композиції повинні перевищувати напругу плинину кожного з компонентів. Запропонована модель не знайшла експериментального підтвердження, однак, стимулювала інтерес закордонних дослідників до проблеми багатошарових композицій.

Уже в перших роботах, присвячених волокнистим композиційним матеріалам, обговорювалася можливість застосування плівок у якості зміцнювача, тому що волокна, маючи високу міцність, дають, проте, погану упаковку і мають одноосову ізотропність властивостей. У плані стабілізації високоміцного стану вважаються перспективними вивчені на початку 1970-х років плівкові багатошарові композиції типу «метал–окисел». Використання окислів справді дозволяє стабілізувати міцність зі збереженням інших фізичних властивостей компонентів. Це пояснюється тим, що окисли металів відрізняються тугоплавкістю, високою твердістю, інертністю та малою розчинністю. У наступні роки з'явилися роботи з вивчення шаруватих композиційних матеріалів, отриманих насиченням пакету листів розплавом, багаторазовою прокаткою та іншими способами, що дозволили вивчити особливості деформаційного поведіння і структури цих об'єктів, які відрізняють їх від шаруватих композицій металургійного виробництва. А саме – залежність міцності плівок від їхньої товщини. Однак, незважаючи на цілий ряд переваг шаруватих композицій, масштаби їхніх досліджень були значно менше, ніж волокнистих, дисперсно зміцнених та евтектичних композитів. Вважалося, що однією з основних причин цього відставання є відсутність арміруючих елементів, порівнянних за міцністю з волокнами.

У 1958 р. Л. С. Палатником і Г. В. Федоровим були опубліковані дані про надзвичайно високу мікротвердість вакуумних конденсатів алюмінію, що автори пов'язували зі зміцненням за рахунок попадання окислів з тигельного

випарника. Але, оскільки окисли мають доволі складні кристалічні решітки, дослідження структури та фазового складу отриманих плівок викликало певні труднощі, тому з'явилася ідея замість окислів використати у якості зміцнювача тугоплавкий метал. Контрольоване зміцнення плівок дисперсними частками тугоплавкої фази вперше досліджували на сплаві Cu–Cr у 1963 р.. Отримані результати вимірювання максимальної міцності плівок сплавів підтвердили її збільшення більш ніж у два рази у порівнянні з відповідними значеннями для масивних зістарених хромистих бронз. При цьому автори відзначили значний ріст температурної стабільності механічних властивостей. Зміцнення плівок конденсатів було викликано не тільки дефектністю структури, але і другою фазою [13, с. 621].

І, як наслідок багаторічних досліджень, з'явилася розробка способу керованої стабілізації високоміцного стану, а потім створення і дослідження нових плівкових старіючих дисперсійно зміцнених композиційних матеріалів. Так, у 1980 р. на кафедрі матеріалознавства НТУ „ХПІ” вперше були отримані плівки псевдосплавів Cu–Mo, W, Ta групою вчених на чолі з проф. О. І. Ільїнським. Плівки отримали у вакуумі  $2 \cdot 10^{-3}$  Па шляхом конденсації суміші парів на підігріту підложку. Спочатку вважалося, що отримані псевдосплави є композиціями, які арміровані мікрочастинками тугоплавких металів, і, справді, за допомогою електронної мікроскопії були виявлені рівномірно розподілені частки зміцнюючої фази, розміром від 2 до 10 нм. Але цікавий факт: подальше вивчення методами рентгено-структурного аналізу та вимірювання мікротвердості показало, що в умовах вакуумної конденсації можливе отримання пересичених твердих розчинів заміщення тугоплавкого металу в мідній матриці. Крім того, виявили що конденсати мають доволі досконалу структуру з розміром блоків порядку 100 нм, тобто мають нанокристалічну структуру, названу у свій час субмікрокристалічною. [14, с. 94–95; 15, с. 946; 16, с. 7–8; 17, с. 26–28].

Це викликало особливу увагу, оскільки така структура псевдосплавів, а разом і прекрасний комплекс властивостей, який поєднує у собі високу міцність, зносостійкість і електропровідність, яка зберігається у широкому інтервалі температур. Дослідження цих матеріалів було включено в цільові програми за наказом Міністерства оборони, ними зацікавились різноманітні інститути, зокрема Інститут проблем матеріалознавства.

Дослідження зміни структури та фізико-механічних властивостей вакуумних конденсатів псевдосплаву на мідній основі виявило стабільність структури конденсатів аж до 600°C, що було у 1986 р. пояснено незначною рухливістю атомів тугоплавкого компонента. Це важливо, оскільки традиційні дисперсно зміцнені сплави втрачають свою міцність при температурах нижчих за 400°C. Відпал отриманих плівок при температурі більше 600°C призводить до розпаду пересиченого твердого розчину з появою дисперсійного максимуму, та отримання дисперсійно зміцнених композиційних матеріалів [16, с. 7–8; 18, с. 198–199; 19, с. 75–77; 20, с. 184–185; 21, с. 104–105].

Навіть зараз ці матеріали викликають підвищену цікавість. Так, за програмою М-2017 Фонда фундаментальних досліджень академії наук

України на кафедрі матеріалознавства досліджуються основи термостійкості структури і функціональних властивостей нанокристаллічних дисперсійно твердих композиційних матеріалів. Результати розробки можуть бути впроваджені на підприємствах електронної промисловості, хоча на жаль в наш час ця технологія не отримала промислового втілення, що пояснюється її відносно високою вартістю у нашій країні. Крім того на даний час отримання плівок псевдосплавів Cu-Mo, W, Ta ускладнюється тим, що така технологія ще не є повністю відтворена.

Таким чином, можна зробити наступний висновок: незважаючи на довгий шлях пройдений вченими для отримання у 1980 р. сконденсованих у вакуумі плівок псевдосплавів на мідній основі, не викликає сумніву той факт, що свого часу ці матеріали займуть гідне місце на підприємствах електронної промисловості та в інших галузях. Проведені у 1980–2000 роках дослідження конденсатів виявили утворення твердих розчинів заміщення тугоплавких металів (Mo, W, Ta) у мідній решітці, хоча досі вважалося, що вони не розчинні ні в рідкому ні в твердому стані і не взаємодіють між собою при рівноважних умовах. Крім того, існує можливість отримання дисперсійно зміцнених композицій шляхом відпалу цих плівок. Та, все ж таки, на сьогоднішній час дані про вакуумно сконденсовані псевдосплави досить обмежені, що не дає можливості отримання матеріалу зі задалегідь відомими властивостями. Ці факти роблять актуальним їх подальше вивчення.

**Список література:** 1. *Костржицкий А. И.* Многокомпонентные вакуумные покрытия / А. И. Костржицкий, О. В. Лебединский. – М.: Машиностроение, 1987. – 208 с. 2. *Карпинос Д. М.* Новые композиционные материалы / Д. М. Карпинос, Л. И. Тучинский, Л. Р. Вишняков. – К.: Вища школа, 1977. – С. 4–11. 3. *Порошковая металлургия в СССР: История. Современное состояние. Перспективы* / [под ред. И. Н. Францевича, В. И. Трефилова]. – М.: «Наука», 1986. – 294 с. 4. *Большая Советская Энциклопедия.* Т. 24. Кн. 1. 3-е издание. – М.: «Советская энциклопедия», 1976. – С. 315–316. 5. *Порошковая металлургия и напыленные покрытия: Учебник для вузов* / [В. Н. Анциферов, Г. В. Бобров, Д. Л. Дружинин и др.] ; под ред. Б. С. Митина. – М.: «Металлургия», 1987. – 294 с. 6. *Новые материалы.* Колл. авторов / Под ред. Ю. С. Карабасова. – М.: «МИСИО», 2002. – 736 с. 7. *Механизм образования и субструктура конденсированных пленок* / Л. С. Палатник, М. Я. Фукс, В. М. Косевич. – М.: «Наука», Главная редакция физ.-мат. литературы, 1972. – 320 с. 8. *Ильинский А. И.* Структура и прочность слоистых и дисперсноупрочненных пленок / А. И. Ильинский. – М.: Металлургия, 1986. – 143 с. 9. *Векшинский С. А.* Новый метод металлографического исследования сплавов / С. А. Векшинский – М.: ОГИЗ, 1944. – 252 с. 10. *Композиционные материалы в технике* / Д. М. Карпинос, Л. И. Тульчинский, А. Б. Сапожникова и др. – К.: Техніка, 1985. – 152 с. 11. *Лев Самойлович Палатник (1909-1994). К 90-летию со дня рождения* // Физика Низких Температур. Том 25. – № 4 (Апрель 1999). – С. 400 (к оглавлению). 12. *Эберт Л.* Волокнистые композиционные материалы. / Л. Эберт, Дж. Гедд. Пер. с англ. Петелиной Т. С. и Светловой И. Л./ [под ред. С. З. Бокштейна]. – М.: Мир, 1967. С 112–137. 13. *Палатник Л. С.* О прочности вакуумных конденсатов сплавов медь-хром / Л. С. Палатник, А. И. Ильинский // Физика металлов и металловедение. Том 15. – 1963. – №4. – С. 620–623. 14. *Ильинский А. И.* О структуре и прочности стареющих сплавов медь-молибден. / Ильинский А. И., Зубков А. И., Аринкин А. В. // Тезисы докладов X Всесоюзной конференции по физике прочности и пластичности металлов и сплавов. – Куйбышев: КПИ, 1981. – С. 80–95. 15. *Ильинский А. И.* Структура быстрозакаленных пленок сплавов Cu-Mo / А. И. Ильинский, М. Я. Фукс, А. В. Аринкин и др. // Физика металлов и металловедение. Т. 60. – 1985. – № 5. – С. 943–947. 16. *Механизм осаждения конденсатов из двухкомпонентной (Cu, Mo) гомогенной паровой фазы и структура полученных композитов* / А. И. Ильинский, А. И. Зубков, Л. С. Палатник и др. – Препринт. – М.: ЦНИИ-атоминформ, 1986.



– 13 с. **17. Зубков А. И.** Осаждение из паровой фазы в вакууме дисперсноупрочненных фольг меди с субмикрочернистой структурой / А. И. Зубков, А. И. Ильинский, В. М. Шулаев и др. // Вопросы атомной науки и техники. – 2003. – №5. – Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – С. 24–29. **18. Зубков А. И.** О возможности старения быстрозакаленных сплавов Си-Мо / А. И. Зубков, А. И. Ильинский, О. А. Подгорная // Физика металлов и металловедение. – 1990. – №10. – С. 197–199. **19. Ильинский А. И.** О старении быстрозакаленных сплавов на основе меди / А. И. Ильинский, А. И. Зубков, А. В. Субботин и др. // Функциональные материалы. Т. 1. – 1994. – №2. – С. 73–77. **20. Субботин А. В.** Влиянии термической обработки на физико-механические свойства вакуумных конденсатов / А. В. Субботин // Вестник НТУ «ХПИ», – Сб. Научн. трудов. Тематический выпуск “Технологии в машиностроении”. – Харьков : НТУ “ХПИ”. – 2005. – № 23. – С. 183–187. **21. Зубков А. И.** Структурообразование и свойства дисперснотвердеющих композиционных материалов, полученных совместным соосаждением отдельных компонент паровой фазы с последующей термообработкой / А. И. Зубков, А. И. Ильинский, В. М. Шулаев и др. // Вопросы атомной науки и техники. – 2002. – №1. – Серия: Вакуум, чистые материалы, сверхпроводники. – С. 103–105.

*Надійшла до редколегії 07.06.10*

УДК 001:62(09)

**Л. С. ПЕРЕЛИГІНА**, завідувач відділу науково-освітньої роботи,  
Державний політехнічний музей при НТУУ „КПІ”

## **М.І.СОРОКІН І М.В.ШИДЛОВСЬКИЙ: ІСТОРИЧНЕ ПЕРЕХРЕСТЯ**

Обоснована вероятность знакомства конструктора винтокрыла М. И. Сорокина с известным авиапромышленником М. В. Шидловским.

Обосновано вероятність знакомства конструктора винтокрыла М. И. Сорокина с известным авиапромышленником М. В. Шидловским.

The probability of meeting rotary-wing aeronautic designer N.I.Sorokin with known air industrialist M.V.Shidlovsky is proved.

*Не звертає той, хто дивиться на зірку  
Леонардо да Вінчі*



М. І. Сорокін

З історії авіації, стосовно перших кроків практичного гвинтокрилобудування в Україні, відомо лише про будування І. І. Сікорським у 1909–1910 рр., в м. Києві своїх перших гелікоптерів. Проведені автором дослідження в цій історичній царині, дозволили виявити факт будування в 1911–1914 рр., в м. Новгород-Сіверському, Миколою Івановичем Сорокіним гвинтокрила подовжньої схеми. Складність досліджень полягала в практичній відсутності історичних матеріалів, що могли б підтвердити чи, навпаки, спростувати цю історичну подію. Єдиними доказами виявилися „німі” фотографії з сімейного альбому сестри М. І. Сорокіна, Наталії. Але для повноти історичного опису цього замало: потрібно ув’язати М. І. Сорокіна з відомими