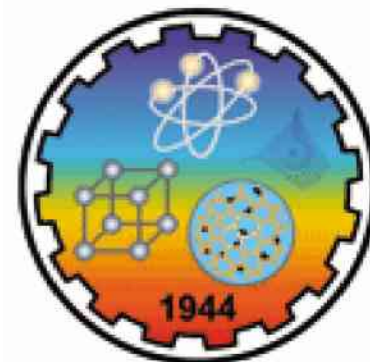


**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ імені Ігора  
Сікорського»**

**Інженерно-фізичний факультет**



**ІФФ**

***ОСВІТА і НАУКА –  
ВИРОБНИЦТВУ ТА БІЗНЕСУ***

**МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО, МЕТАЛУРГІЯ**

- Підготовка та підвищення кваліфікації інженерних та наукових кадрів з матеріалознавства, металургії
- Нові матеріали і технології
- Відпрацювання технологічних регламентів, розробка ТУ, стандартів підприємства
- Організація та проведення контролю якості продукції
- Забезпечення контролю вхідних матеріалів на сучасному аналітичному обладнанні
- Діагностика причин виходу з ладу деталей, механізмів і машин, ліквідація причин браку
- Надання обладнання та лабораторій для випробувань
- Підбір та введення в дію нового сучасного виробничого обладнання
- Модернізація застарілого технологічного обладнання під вимоги сучасної конкурентоспроможної технології
- Проектування деталей, оснастки, технологічного обладнання

# 1. ПІДГОТУЄМО

## інженерні та наукові кадри з матеріалознавства та металургії



**БАКАЛАВР  
СПЕЦІАЛІСТ  
МАГІСТР  
КАНДИДАТ ТЕХНІЧНИХ НАУК (PhD)  
ДОКТОР ТЕХНІЧНИХ НАУК**

### **Підвищення кваліфікації:**

**Головний металург  
Головний технолог  
Інженер**

### **Готуємо фахівців за спеціальностями:**

#### **Композиційні та порошкові матеріали, покриття**

Порошкова металургія;  
Дисперсні та консолідовані наноматеріали і нанотехнології.

#### **Ливарне виробництво чорних і кольорових металів і сплавів**

Технологія виготовлення литих стоматологічних та ортопедичних протезів;  
Художнє та ювелірне литво;  
Комп'ютеризація процесів ливарного виробництва.

#### **Металознавство**

Менеджмент інноваційних технологій у матеріалознавстві;  
Технологічний маркетинг у матеріалознавстві.

#### **Спеціальна металургія**

Міжнародна та національна стандартизація і сертифікація металургійної продукції;  
Спеціальна електрометалургія в машинобудуванні;  
Комп'ютеризація процесів спец металургії.

#### **Фізичне матеріалознавство**

Фізика металів;  
Комп'ютерні методи в матеріалознавстві;  
Металеві матеріали в медицині;  
Біосумісні металеві матеріали.



### **Програми підвищення кваліфікації:**

Порошкові композиційні та наноструктурні матеріали;  
Сучасні технології у порошкової металургії;  
Новітні матеріали, властивості, технології;  
Сучасні технології у ливарному виробництві;  
Покриття та інженерія поверхні;

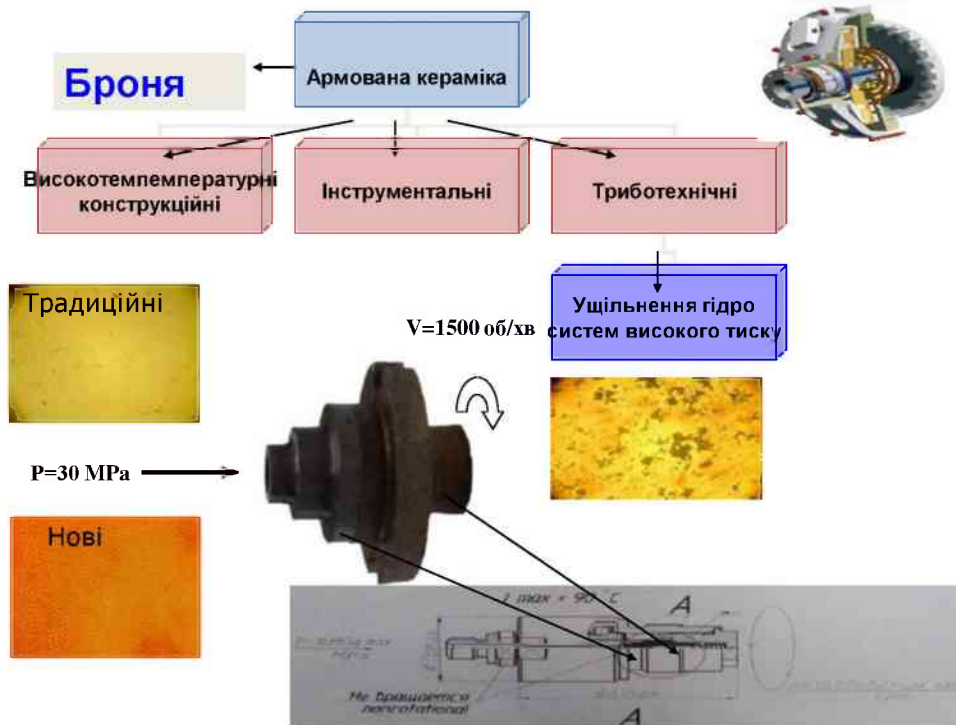
Сучасні методи термічної та хіміко-термічної обробки  
Сучасні методи дослідження матеріалів  
Нові технології спеціальної металургії  
Спеціальна металургія в машинобудуванні  
Нетрадиційні технології металургійного виробництва

**Розроблені під специфіку виробництва!**

## 2. РОЗРОБИМО ШВИДКО І ЯКІСНО

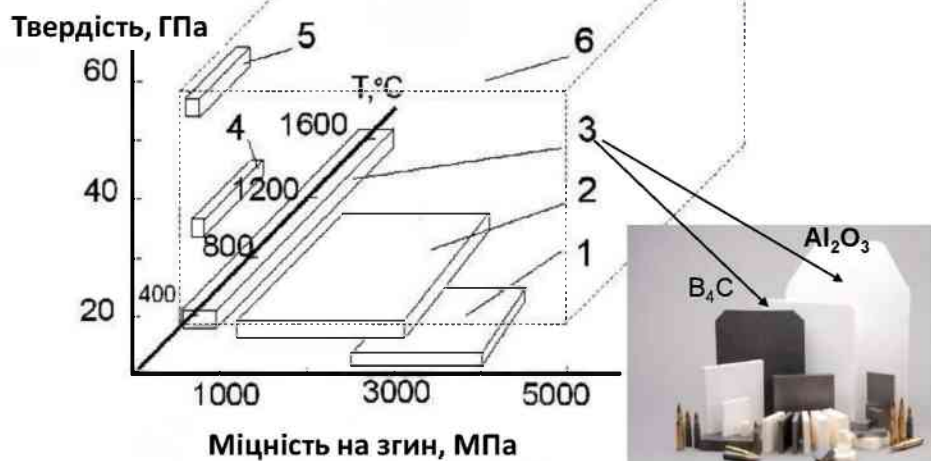
### Нові матеріали та технології

Нові композиційні армовані металеві, керамічні, металокерамічні, керамічні, металополімерокерамічні, надтверді інструментальні; високотемпературні конструкційні, що здатні працювати в умовах екстремальних механічних навантажень, високих (до 2000 °С) температур, інтенсивного абразивного зношування, та ударної взаємодії. *Матеріали спеціального призначення:* для ядерної енергетики, для ракетної техніки, для прямого перетворення теплової та хімічної енергії в електричну, акумулятори електричної енергії, емісійні, балістичні, полі функціональні матеріали для військової техніки.

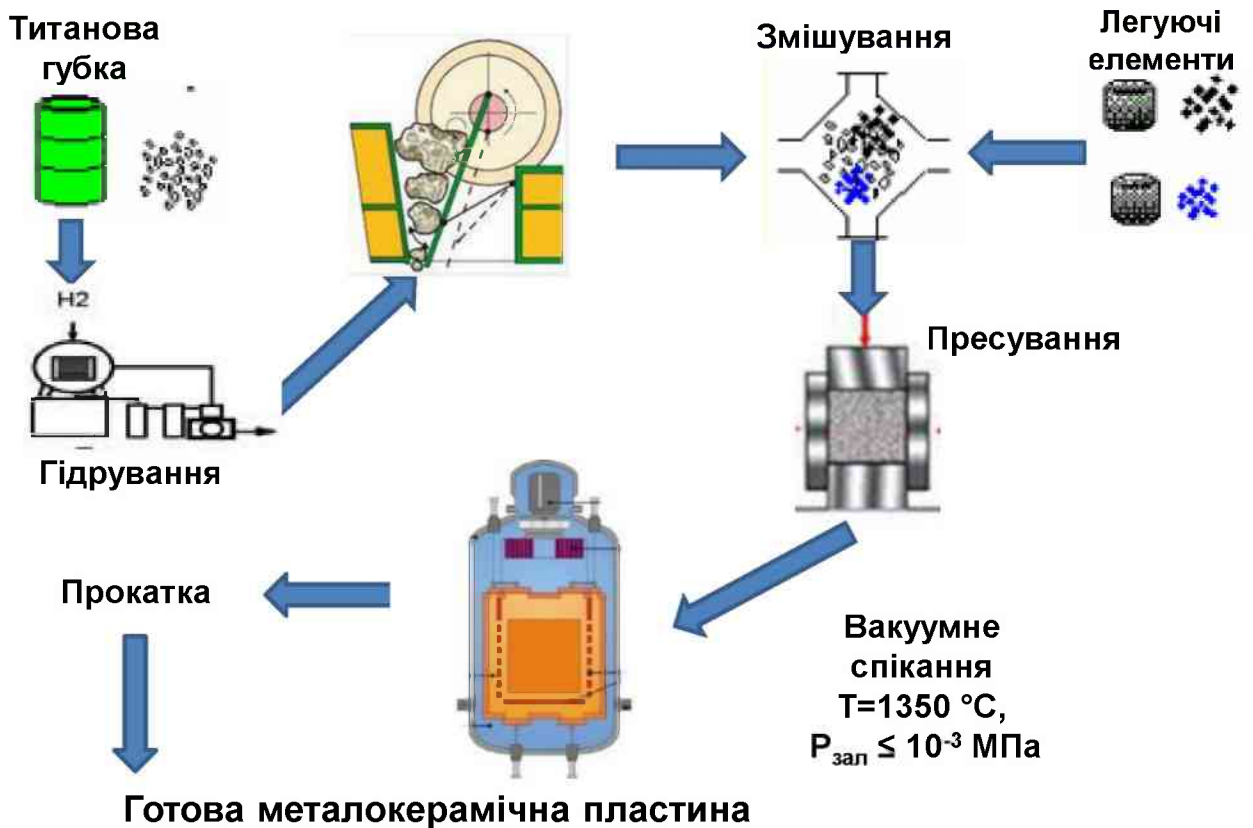


### СПІВВІДНОШЕННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ОВОГО КЛАСУ АРМОВАНИХ КЕРАМІЧНИХ КОМПЗИТІВ І МАТЕРІАЛІВ СУЧАСНОЇ КЕРАМІЧНОЇ БРОНІ ТА МЕТАЛООБРОБНОГО ІНСТРУМЕНТУ

- 1 – ШВИДКОРІЗАЛЬНІ СТАЛІ;
- 2 – ТВЕРДІ СПЛАВИ;
- 3 – КЕРАМІКА – сучасна керамічна броня;
- 4 – НІТРИД БОРУ;
- 5 – ПОЛІКРИСТАЛІЧНИЙ АЛМАЗ;
- 6 – АРМОВАНІ КЕРАМІЧНІ КОМПЗИТИ

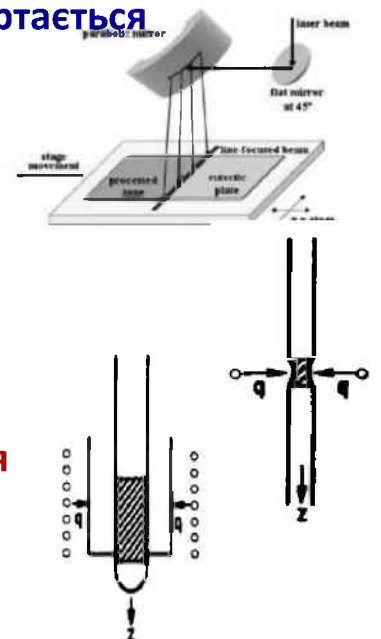


**ПОРОШКОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЦТВА АРМОВАНИХ КЕРАМІЧНИМИ  
ВОЛОКНАМИ ТИТАНОВИХ СПЛАВІВ З МІЦНІСТЮ 1500 МПа ТА  
ПЛАСТИЧНІСТЮ 20%**



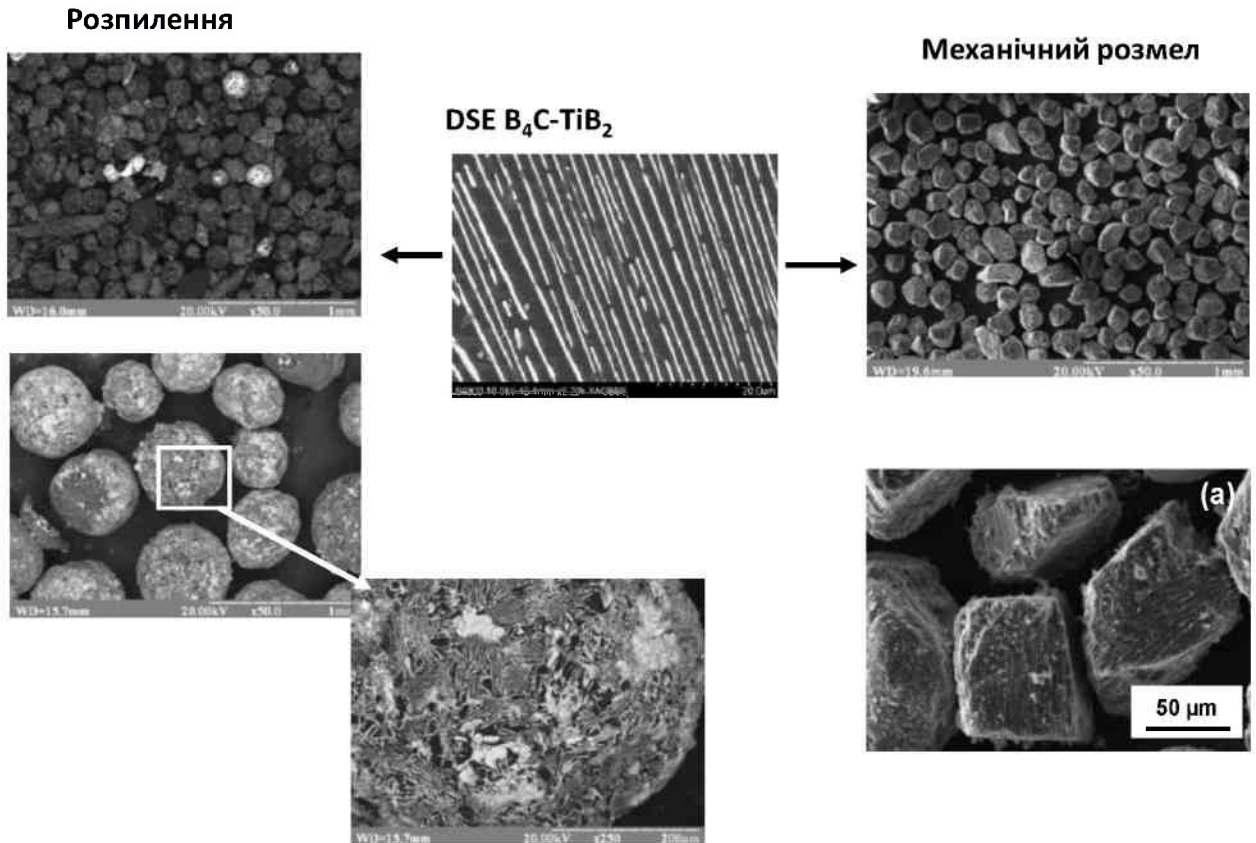
**Технології виробництва порошків армованої  
кераміки**

- Відцентрове розпилення електрода, що обертається
- Порошкова металургія:
  - змішування з наступним компактуванням та спіканням;
  - гаряче пресування.
  - пошарове напікання (просочування) в умовах електронно-променевого нагрівання
- Комбіновані технології.





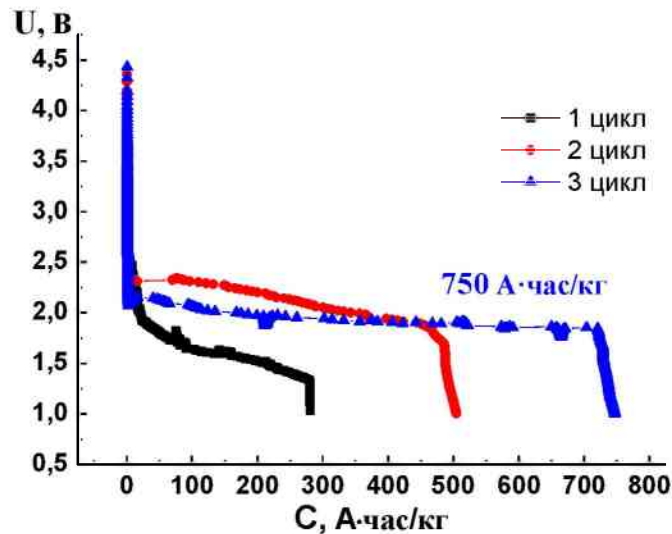
## Порошки армованих керамічних матеріалів



## Еволюція високотемпературних конструкційних матеріалів для виготовлення деталей газотурбінних двигунів

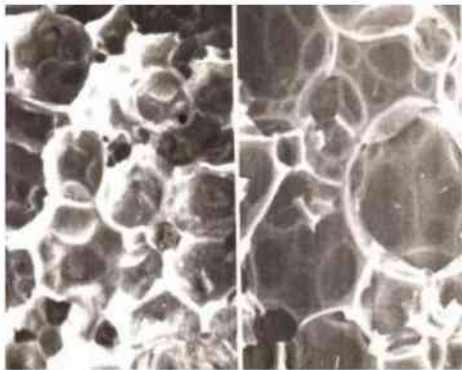


## Нанооксидні композити для високоємнісних катодів літєвих акумуляторів і джерел струму



Нині ємність промислових літєвих джерел струму (ЛДС) на струмах споживачів досягає лише **200** А·час/кг. У ЛДС з розробленими катодами на основі нанокомпозиту  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  ємність  $C$  зростає в наслідок циклювання на малих струмах від 300 А·час/кг до **750** А·час/кг після 3-го циклу.

### Новий пористий неорганічний тепло-звуко-ізоляційний, жаростійкий матеріал для ізоляції каркасних конструкцій, трубопроводів, будівель та військової техніки



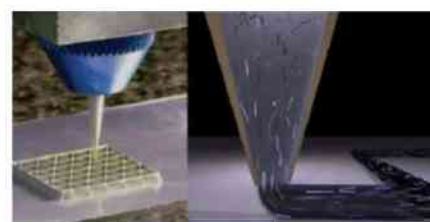
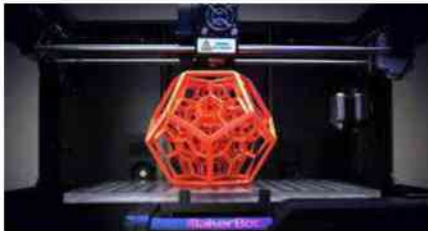
Питома маса –  $53\text{-}89 \text{ кг/м}^3$   
Питома теплопровідність –  $0,33\text{-}0,46 \text{ Вт/(м)·К}$   
Коефіцієнт звукопоглинання для частот:  
50 Гц –  $0,81\text{...}0,70$ ; 1000 Гц –  $0,90\text{...}0,82$ .  
Границі міцності під тиском –  $0,10\text{-}0,41 \text{ МПа}$

### Високопористі керамічні фільтри



Висока питома поверхня  $S_{\text{пит}}$ , висока теплостійкість, вогнетривкість, корозійна стійкість  
Пористість 60...80%;  
Коефіцієнт проникності  $0,5 \cdot 10^{-4} \dots 1 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2$ ;  
Середній розмір пор 20...1000 нм;  
Границя міцності при стисненні 25...15 МПа;  
Робочі температури 1200...1300 °С;  
Максимальний розмір виробів 100...150 мм.  
**Застосування:** фільтри для очищення гарячих, агресивних газів і рідин, гомогенізаторів потоків газу, носіїв каталізаторів, полум'ягасників в металургійної, хімічної, автотранспортної та харчової промисловості

**Технології швидкого прототипування** (пошарове формування тривимірних об'єктів за їх комп'ютерними 3-D моделями) для: скорочення тривалості технічної підготовки виробництва нової продукції в 2-4 рази; зниження собівартості продукції, особливо в 2-3 рази; значне підвищення гнучкості виробництва; підвищення конкурентоспроможності виробництва; наскрізне використання комп'ютерних технологій, інтеграція с системами САПР.



### **Технології нанесення зміцнюючих та відновлюваних покриттів газотермічними методами**

Використання газотермічних методів нанесення покриттів (плазмовий, газополуменевий, металізація, порошкова наплавка та ін.) багатofункціонального призначення дозволяє відновити зношені поверхні і надати їм експлуатаційні властивості, які у 3...10 разів перевищують початкові.

Нанесення зміцнюючих, зносостійких, корозійностійких та ін. покриттів при виготовленні деталей машин та механізмів зменшує їх матеріалоємність, подовжує їх роботу без ремонту та у цілому підвищує техніко-економічні показники застосування цих деталей.



СОПЛА ТА КОРПУСИ  
РАКЕТ



ЛОПАТКИ ТУРБІН

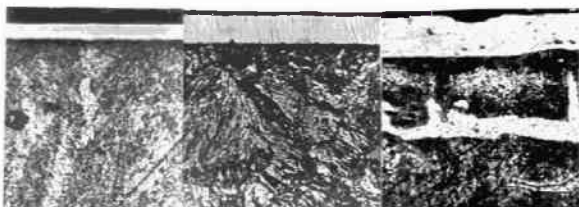


ДЕТАЛІ МАШИН ТА  
МЕХАНІЗМІВ



МОСТИ ТА МОРСЬКІ  
КОНСТРУКЦІЇ

### **Нові високоефективні та екологічно чисті технології нанесення захисних покриттів**



на основі карбідів, нітридів перехідних металів IV-VI груп, інтерметалідів за участю Al-Ni-Ti на поверхню сталей, твердих сплавів, титану, нікелю, цирконію, ніобію та їх сплавів, що дозволяє підвищити експлуатаційні характеристики робочої поверхні деталей машин та інструменту:

мікротвердість  $HV$  до 20...40 ГПа; зносостійкість в 1,5...25 разів; корозійну стійкість в агресивних середовищах в 2...20 разів.

### **Технології виготовлення з жаро-, зносостійких економно легованих сталей, чавунів виробів для теплоенергетичного обладнання та військової техніки**



Наконечник пальника:  $\varnothing$  - 26 и 35 мм; довжина - 220 мм; товщина стінки - 5 мм; маса - 0,6 и 0,9 кг



Насадка для пальників:  $\varnothing$  - 300; 600; 930 мм; висота - 600 мм; товщина стінки - 15...20 мм



Блок насадок пальників

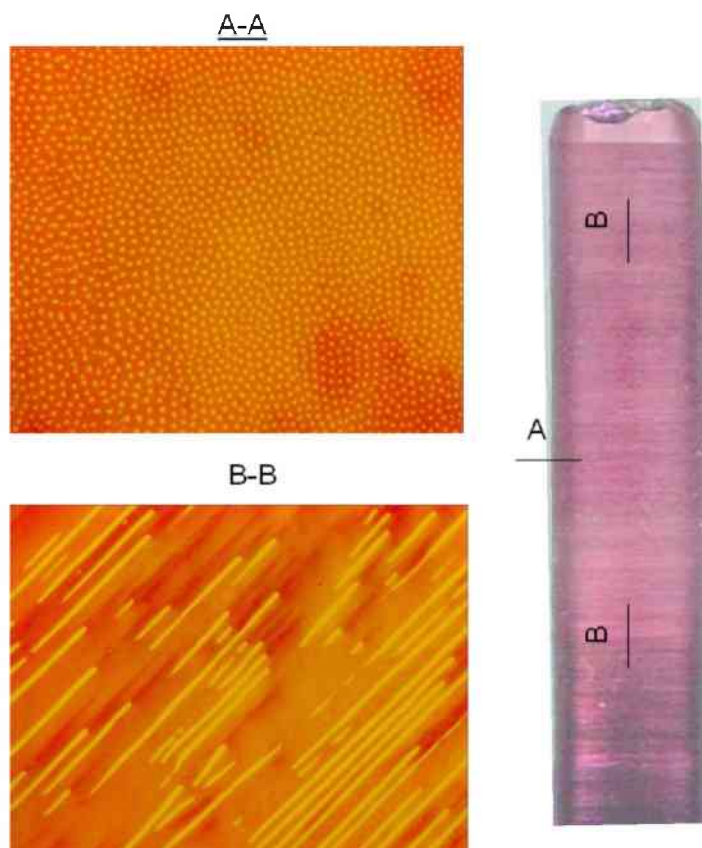


## Технології компактування, тонування та обробки бурштину. та обробка напівдорогоцінного каміння. Контроль якості та безпеки ювелірної продукції



Пропонується розробити технологію компактування дрібних частинок з бурштину, а також відходів ювелірного виробництва, у крупні блоки (діаметром 50-70 мм і товщиною 50-70 мм), які в подальшому можуть ефективно використовуватись для виготовлення ювелірних прикрас з бурштину та дорогоцінних металів. Серед них намиста, браслети, кулони, брошки, сережки, персні, підвіски, кольє і т.д. Кожен виріб може бути неповторним за рахунок унікального кольору бурштину, що може змінюватись в процесі компактування.

### Виготовлення монокристалів:





### 3. ОРГАНІЗОВУЄМО та ПРОВОДИМО контроль якості продукції

Виявляємо дефекти литва, обробки тиском, термічної обробки, зварних з'єднань:

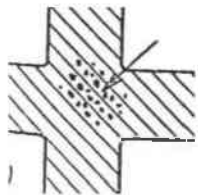
дефекти суцільності (раковини, усадну пухкість, тріщини, розшарування, пори, волосовими, не провари, ін.);

металеві та неметалеві включення;

відхилення розмірів (довжини, ширини, висоти, діаметру, товщини стінки, різностінність, а також товщини покриття і глибини поверхневого шару (загартованого, знеуглецьованого, ін.).



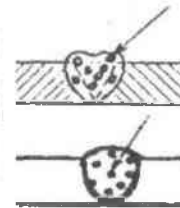
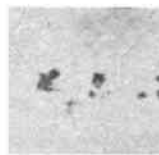
пористість



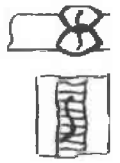
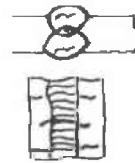
Усадна пухкість



Включення



Газові пори та включення у зварному шві



Тріщини у зварному шві

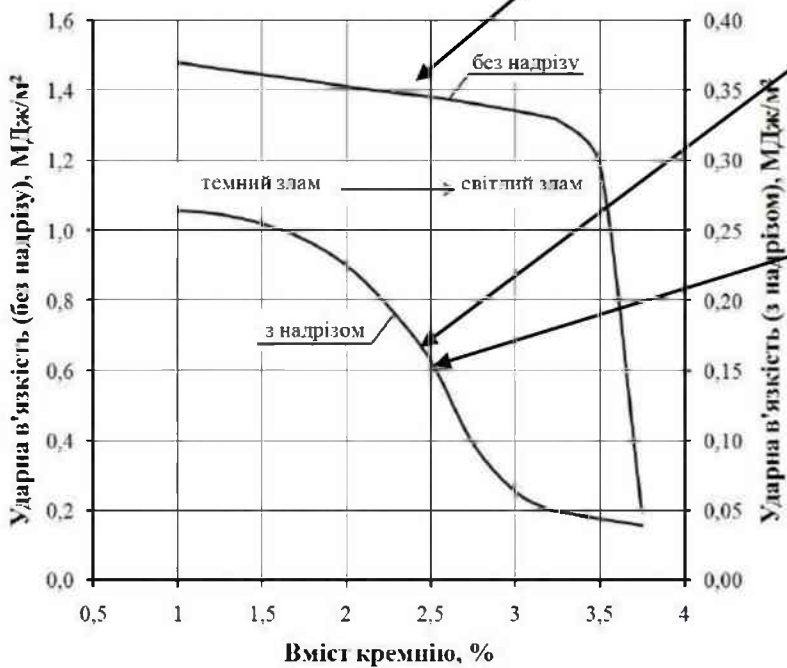
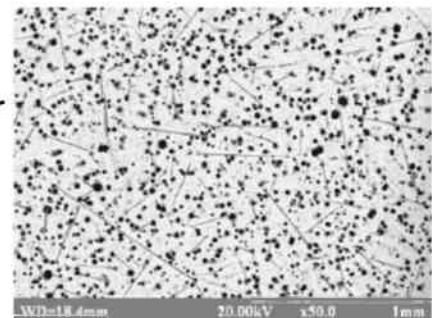
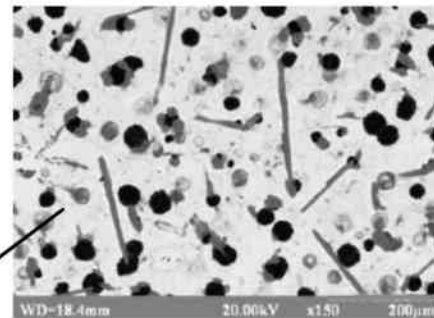
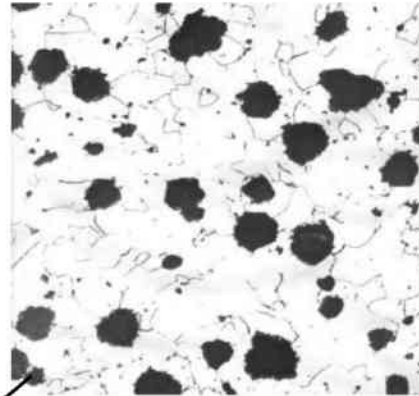


## 4. ДІАГНОСТУЄМО

причини виходу з ладу деталей, механізмів і машин



Фрагмент зламаної провушини деталі  
«Кронштейн кріплення задньої ресори»  
вантажного автомобіля **Рено**

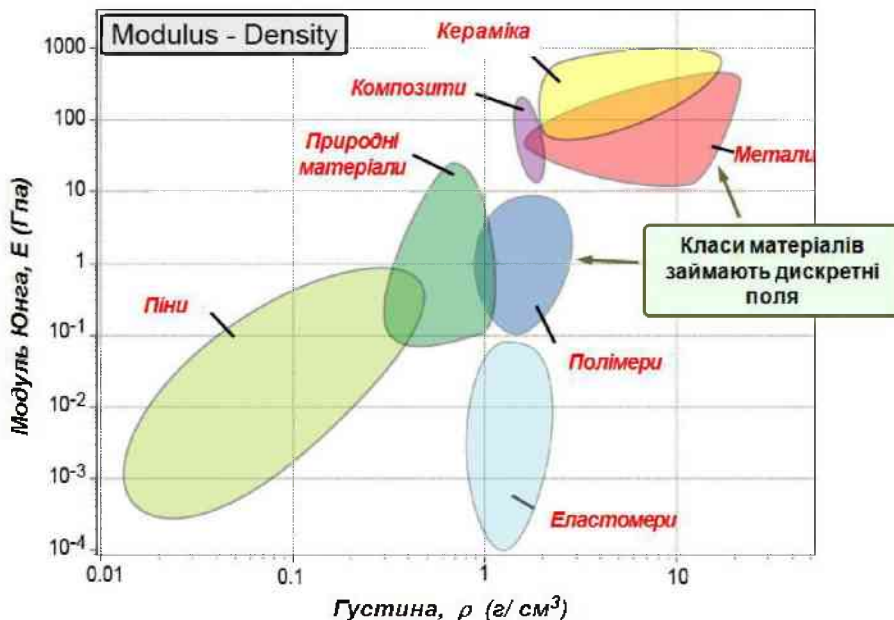
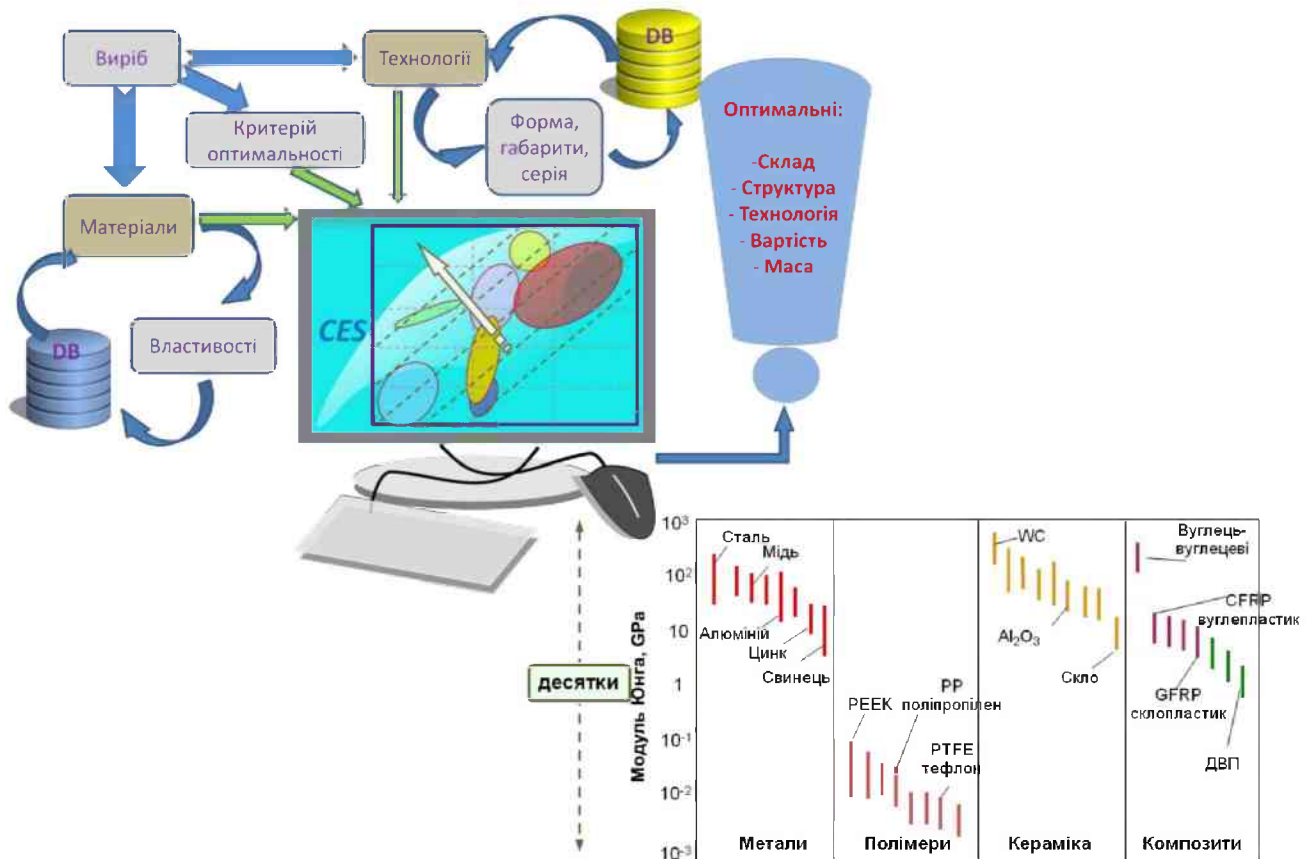


**Надлишок кремнію та наявність голкоподібних силіцидів призводить до падіння ударної в'язкості і свідчить про порушення технологічного регламенту**

## 5. ВИБЕРЕМО ІЗ ІСНУЮЧИХ АБО РОЗРОБИМО НОВІ МАТЕРІАЛИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ в залежності від умов їх експлуатації:

надтверді; тугоплавкі, жаростійкі, зносостійкі, корозійностійкі, композиційні, керамічні, металокерамічні, полімеркерамічні, металеві, балістичні, інструментальні. *Матеріали спеціального призначення*: для ядерної енергетики, для ракетної техніки, для прямого перетворення теплової та хімічної енергії в електричну, емісійні.

Експертна система CES (Granta Design) забезпечує оптимальний вибір матеріалу за наперед заданим комплексом фізичних, механічних, електро- та теплофізичних та окремих експлуатаційних властивостей. База даних містить понад 3.5 тис. промислових матеріалів. Технологія формоутворення та оброблення виробів може використовуватись як параметр оптимізації з огляду на форму, габарити та серійність.



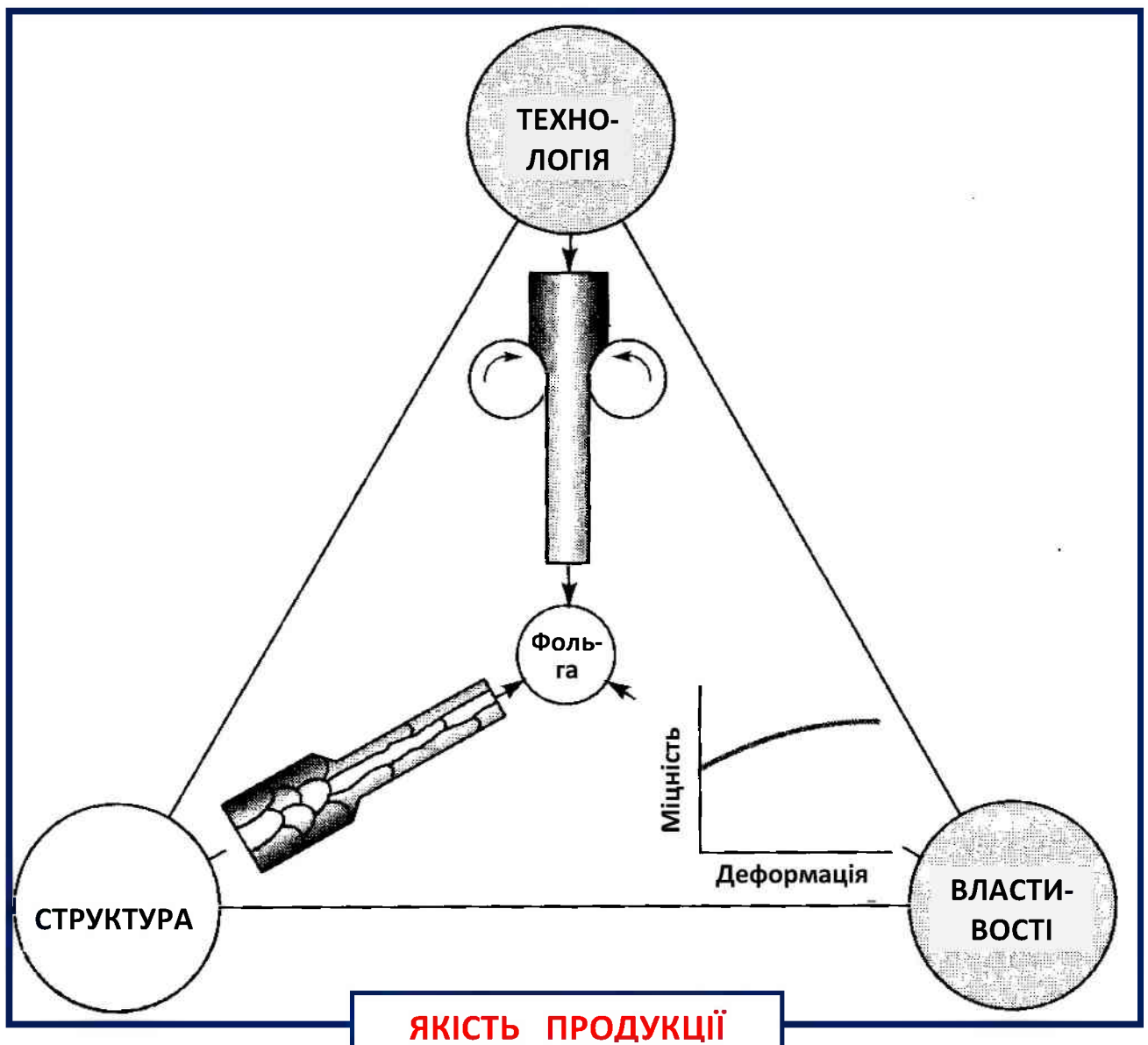
## 6. ЗАБЕЗПЕЧИМО вхідний контроль матеріалів

Встановлюємо хімічний, фазовий склад, мікроструктуру та властивості матеріалів в залежності від технології та фізико-хімічних параметрів процесів обробки в лабораторіях інженерно-фізичного факультету НТУУ «КПІ», які оснащені **комплексом сучасного обладнання**:

- рентгенівський **дифрактометр Rigaku Ultima IV**, Японія (єдиний в Україні);
- рентгенофлуоресцентний **експрес-аналізатор хімічного складу «EXPERT 3L»**;
- растровий електронний мікроскоп з мікроаналізатором **Selmi PEM 106I** (Україна);
- трансмісійний електронний мікроскоп **Selmi PEM-У** (модернізований);
- металографічні мікроскопи **«MT 7500» MEIJI TECHNO** та **«RZ» MEIJI TECHNO**, Японія, **«Neophot-21»** з приставкою Imagelab 1.0 для кількісного мікроструктурного аналізу.

Визначення комплексу механічних характеристик (міцності та пластичності) різних за своєю фізичною природою та структурним станом матеріалів, в т.ч. матеріалів, крихких при стандартних випробуваннях, за новітніми методиками мікромеханічних випробувань на приладах:

- мікротвердоміри **Digital Microhardness Tester MHV-1000** (Time Group Inc.), **ПМТ-3; ПМТ-3М**;
- твердомір **ТП «Віккерс»**;
- машина для механічних випробувань **«Instron»**.





## 7. НАДАМО

### наше обладнання та лабораторії для випробувань:

- Растровий електронний мікроскоп **РЭМ-106И** з енергодисперсійним мікроаналізатором;
- Просвічуючий електронний мікроскоп **ПЭМ-125 У** (модернізований);
- Рентгенофлуоресцентний експресаналізатор хімічного складу **«EXPERT 3L»**;
- Металографічний мікроскопи (роздільна здатності 0,4 мкм) з приставкою Imagelab 1.0.
- Рентгенівський **дифрактометр Rigaku Ultima IV**, Японія (єдиний в Україні);
- мікротвердомір **Digital Microhardness Tester MHV-1000** (Time Group Inc.);
- мікротвердоміри **ПМТ-3; ПМТ-3М**; твердомір **ТП «Віккерс»**;
- машина для механічних випробувань **«Instron»**.

#### **Кількісний мікроструктурний аналіз матеріалів:**

- аналіз розподілу частинок за розміром (програма Imagelab 1.0);
- аналіз морфології (форми) частинок;
- кількість неметалевих включень.

#### **Рентгенофлуоресцентний експресний аналіз хімічного складу матеріалів:**

- розбракування і сортування металевого брухту;
- вхідний контроль хімічного складу сировини;
- оперативний контроль складу металу в процесі його виплавки;
- вихідний контроль якості продукції;
- неруйнівний контроль металевих виробів: деталей, прокату, ін.;
- пошук мікродомішок в пробах (діагностика двигунів; в нафтової промисловості; в екології, геології, ін.);
- оцінка кількісного елементного складу руд, шламів, шлаків, будівельних матеріалів.

#### **Скануюча електронна мікроскопія з хімічним мікроаналізом:**

- вивчення мікроструктури матеріалів: метали, сплави, кераміка, композити, напівпровідникові матеріали;
- фрактографічні дослідження структури поверхні зламів;
- встановлення якісного та кількісного хімічного складу з отриманням профілів розподілу хімічного складу в об'єктах, що аналізуються.

#### **Просвічуюча електронна мікроскопія та електронна дифракція:**

- контроль мікроструктури тонких фольг та тонкоплівкових матеріалів "на просвіт" зі збільшенням до  $10^6$  разів та високій роздільній здатності (до 1 нм);
- визначення розмірів дисперсних частинок, кристалітів, комірок;
- контроль дефектів кристалічної будови;
- контроль структури та фазового складу матеріалів методом електронної дифракції;
- контроль структури матеріалів з використанням реплік;
- морфологічний аналіз елементів отриманих зображень;
- аналіз гетерогенних сплавів, виділень частинок, включень.

#### **Рентгенівський фазовий та структурний аналіз:**

- дослідження фазового складу та структури;
- прецизійне визначення параметрів кристалічної решітки;
- аналіз дефектів кристалічної будови;
- аналіз розмірів кристалітів в наноматеріалах;
- аналіз напруженого стану та текстури;
- визначення термічної стабільності структури матеріалів.

#### **Механічні випробування: характеристики міцності та пластичності**

## 8. ПІДБЕРЕМО ТА ВВЕДЕМО

в дію нове сучасне обладнання для вашого виробництва

Технологічне обладнання:



Дослідницьке обладнання:



**Малогабаритна установка для отримання порошків металів та сплавів розпилюванням з розплаву**



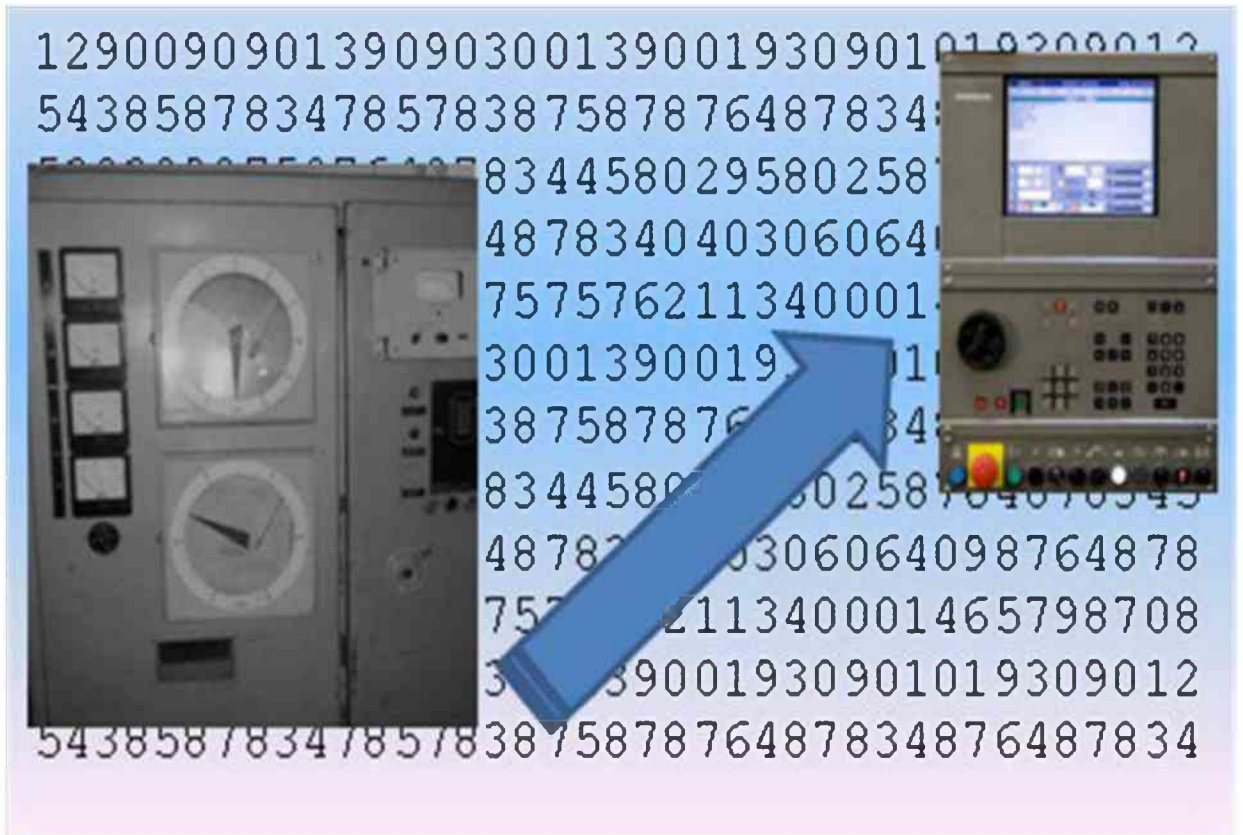
Можливо отримувати порошки та гранули з металів та сплавів з температурою плавлення до 1500 °С. Як енергоносії застосовують рідини або гази при збереженні малих габаритів установки.

**Високі техніко-економічні показники:**

- Продуктивність установки до 30 кг за один цикл.
- Наявність системи регенерації енергоносіїв.
- Отримання порошків з заданими властивостями
- Виходу потрібної фракції до 90 %.
- Простота управління технологічними режимами та умовами процесу

## 9. МОДЕРНІЗУЄМО

застаріле технологічне обладнання під вимоги сучасної конкурентоспроможної технології



## 10. ПРОЕКТУЄМО

деталі, оснастку, технологічне обладнання:

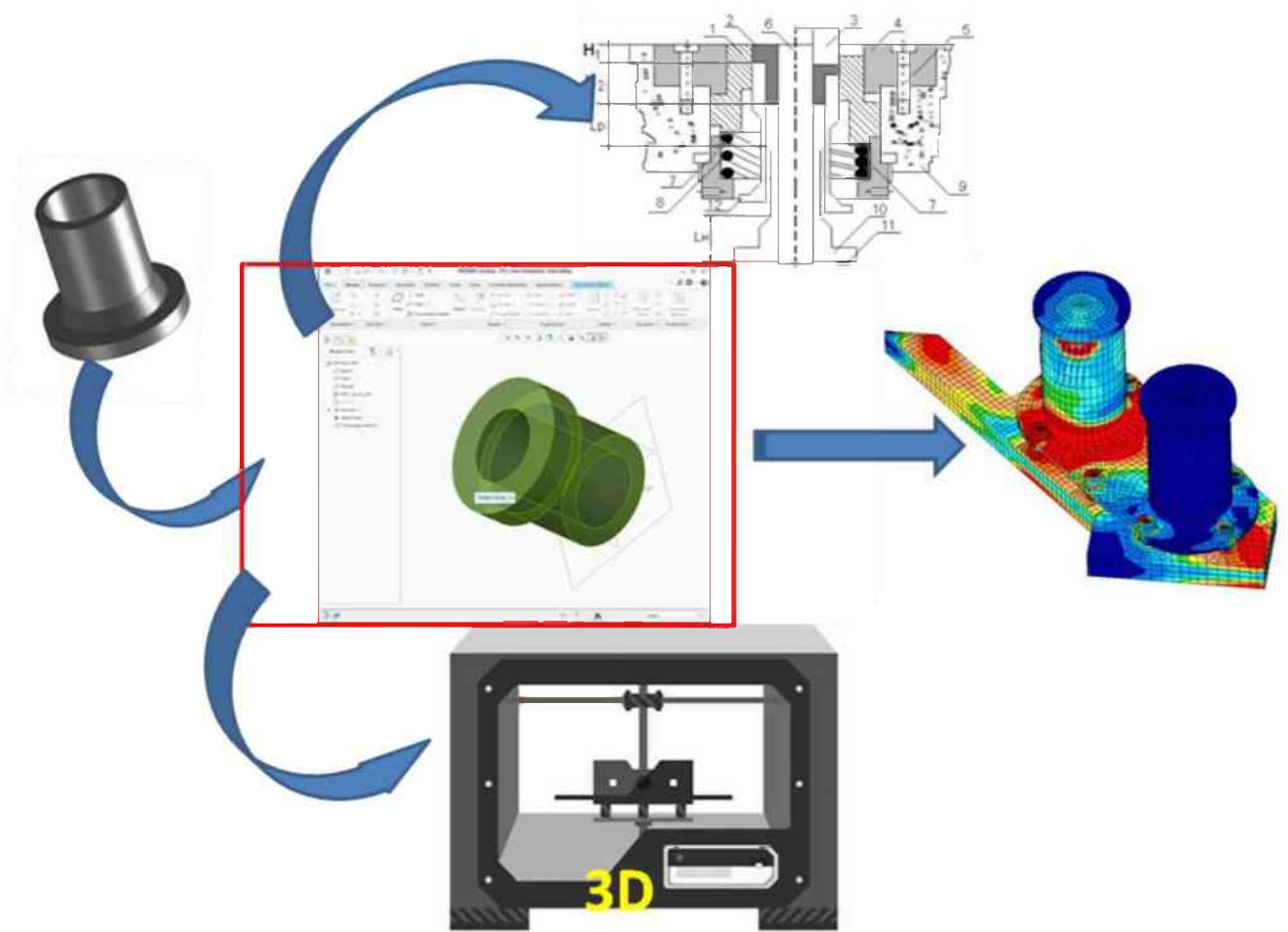
- пресформи;
- штампи;
- ливарні форми;
- моделі;
- прес блоки.

Проектування здійснюється за допомогою сучасних систем автоматизованого комп'ютерного проектування та інжинірингу (CAD-CAE), що забезпечує:

– продуктивне створення, на основі твердотільних моделей та повного електронного опису, документації придатної для реалізації на верстатах з ЧПУ та швидкого прототипування;

– конструювання оснастки для виробництва виробів методами ливарного виробництва та порошкової металургії;

– аналіз полів напружень та температурних полів у виробі, розрахунок теплопередачі.



**Принципово нові порошки для Принтингу дивись в розділі 2, підрозділ «Порошки армованих керамічних матеріалів»**



МИ працюємо для ВАС, шановні промисловці та бізнесмени!



# Дякуємо за співробітництво!

Innovative technology



**Багатошарова структура**



Утримуючий шар  
Керамічний шар  
Куля  
Протитравматичний шар

**Пластини та наборні елементи керамічного шару**



**Керамічний шар виконує головне завдання – фрагментування кулі**