

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича



ЗАТВЕРДЖЕНО:

Директор ІПМ НАН України
Академік НАН України

Солонін Ю.М.

СХВАЛЕНО:

Вченою радою ІПМ НАН України

Протокол № 4 від 28.09.2021р.

**Силабус з навчальної дисципліни
«Теорія та технології консолідації, спікання порошкових
матеріалів та обробки матеріалів тиском»
складається в межах ОПН підготовки доктора філософії
третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобувачів за спеціальностями 132 Матеріалознавство**

1. Загальна характеристика курсу

Назва дисципліни	Теорія та технології консолідації, спікання порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском
Адреса викладання дисципліни	вул. Кржижановського, 3, Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М.Францевича НАН України, Київ, 03680, Україна
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	13 «Механічна інженерія» -132 «Матеріалознавство»
Викладачі дисципліни	д.т.н., с.н.с Максименко Андрій Леонідович, к.т.н., с.н.с. Толочин Олександр Іванович, к.т.н. Литвин Роман Валерійович
Контактна інформація викладачів	+380442057987 andriimaximenko@gmail.com – Максименко А.Л. +380674494849 tau@ipms.kiev.ua – Толочин О.І. +380677754268 rovalit@ukr.net – Литвин Р.В
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	В дні лекцій за попередньою домовленістю
Інформація про дисципліну	Курс розроблено таким чином, щоб надати слухачам знання, необхідні для проведення наукових досліджень в рамках виконання дисертаційної роботи. Курс охоплює основні аспекти узагальнення теоретичних основ і практичних навичок з технологій консолідації, спікання та обробки тиском порошкових матеріалів, які потрібні для успішного становлення науковця в галузі матеріалознавства.
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна “Теорія та технології консолідації, спікання порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском” є дисципліною за вільним вибором для аспірантів зі спеціальності 132 Матеріалознавство для освітньої програми підготовки доктора філософії, яка викладається в Інституті проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича НАН України в 4 семестрі в обсязі 2 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Мета та цілі дисципліни	Метою і завданням навчальної дисципліни «Теорія та технології консолідації, спікання порошкових матеріалів та обробки матеріалів тиском» є формування фундаментальних знань та практичних навичок в області порошкової металургії. У підсумку спеціаліст повинен знати особливості, переваги та недоліки, області застосування сучасних методів консолідації дисперсних матеріалів. Демонструвати науково обґрунтований підхід для вибору методів компактування в залежності від фізико-механічних властивостей порошкового матеріалу, що оброблюється, володіти методами теоретичного відображення процесів консолідації, знати основні поняття і категорії процесів пресування і спікання порошкових та керамічних матеріалів, вміти використовувати сучасні інформаційні джерела національного та міжнародного рівня для оцінки стану вивченості об’єкту досліджень і актуальності наукової проблеми; мати навички роботи з сучасним обладнанням при проведенні експериментальних досліджень з консолідації дисперсних матеріалів та отримання компактних виробів методами порошкової

	металургії.
Вимоги навчальної дисципліни	Курс є дисципліною за вільним вибором аспірантів. Обсяг курсу – 2 кредита ECTS, 20 год аудиторних занять, з них 15 год лекційних занять, 5 практичних занять та 40 год самостійної роботи (очна форма навчання). Вивчення наукової дисципліни вимагає обов'язкове відвідування аудиторних занять, активну участь в обговоренні питань, якісне і своєчасне виконання завдань самостійної роботи, а також участь у всіх видах контролю.
Підсумкова форма контролю знань	Залік
Очікувані результати навчання	<i>Після завершення цього курсу студент буде:</i> - <i>знати:</i> підходи до створення новітніх матеріалів, володіти концептуальними та методологічними знаннями в галузі порошкової металургії та бути здатним застосовувати їх до професійної діяльності на межі предметних галузей. - <i>вміти:</i> інтегрувати існуючі методики та методи одержання сучасних матеріалів та адаптувати їх для розв'язання наукових завдань при проведенні дисертаційних досліджень.
Ключові слова	<i>Порошкові та керамічні матеріали, методи консолідації, формування, пресування, спікання</i>
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань зі спеціальних дисциплін (глибинні знання зі спеціальності) та знань з дисциплін, що розвивають загальнонаукові компетентності, які вивчають на першому та другому році навчання в аспірантурі.
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, дискусія
Необхідне обладнання	Мультимедійне обладнання

2. План викладання дисципліни

Тема, план	Кількість годин		
	усього	у тому числі	
		аудиторні	Само- стійна робота
Тема 1 Методи формування порошкових та керамічних заготовок інжекційне формування та шлікерне лиття; електрофоретичне формування; 3Д друк порошкових заготовок.	8	3	5
Тема 2 Пресування порошкових та керамічних заготовок холодне пресування: багатоходові прес-інструменти; гаряче пресування: ізостатичне пресування, гаряче штампування, іскро-плазмове спікання.	7	2	5

Тема 3. Моделювання пресування порошків холодне пресування: поверхня текучості та деформаційне зміцнення; гаряче пресування: рівняння повзучості та росту зерен; скінчено елементне моделювання пресування.	7	2	5
Тема 4. Методи спікання порошкових та керамічних матеріалів рідкофазне спікання та його застосування; твердофазне спікання: механізми та застосування.	8	3	5
Тема 5 Моделювання спікання та його можливості скінчено-елементне моделювання рідкофазного та твердофазного спікання; дискретне моделювання процесів спікання.	6	2	4
Тема 6. Передові технологічні процеси консолідації порошкових та композиційних матеріалів високим тиском штампування порошкових виробів (високоточне, секційне, ротаційне, ізотермічне, високошвидкісне, з використанням ефекту надпластичності матеріалу, тощо); прокатування порошків (симетричне, асиметричне); обладнання та технологічна оснастка для холодного, теплого та гарячого компактування порошків.	6	2	4
Тема 7. Структурна інженерія конструкційних матеріалів з використанням інтенсивних пластичних деформацій (ІПД) методи інтенсивної пластичної деформації матеріалів (РКУП, прокатування із зсувом, волочіння із зсувом, твіст-екструзія, тощо); об'ємно-наноструктуровані конструкційні матеріали (структура та механічні властивості матеріалів після ІПД).	6	2	4
Тема 8. Консолідація металічних порошків та кераміки мікрохвильовим спіканням принцип методу та процес мікрохвильового нагріву; діелектричні властивості матеріалів та абсорбція мікрохвильової енергії; приклади обробки матеріалів НВЧ.	6	2	4
Тема 9. Іскроплазмове спікання (Spark Plasma Sintering) порошкових матеріалів принципи та фізичні механізми іскроплазмового спікання; обладнання SPS; процеси на контактах між частинками порошків при SPS; приклади застосування методу.	6	2	4
Загалом	60	20	40

3. Контроль знань

В основі методів контролю знань використовуються поточне індивідуальне опитування та залік.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за навчальну діяльність	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	-A, A, +A	відмінно
82-89	-B, B, +B	добре
74-81	-C, C, +C	задовільно
64-73	-D, D, +D	
60-63	E	незадовільно з можливістю повторного складання іспиту
35-59	FX	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
0-34	F	

4. Список базової літератури

1. М.Б. Штерн, Механічні та комп'ютерні моделі консолідації гранульованих середовищ на основі порошків металів і кераміки при деформуванні та спіканні/ М.Б. Штерн, В.Д. Рудь, В.В. Скороход// Луцьк: Луцьк. нац. техн. ун-т, 2010.-250с.
2. E.A. Olevsky, D. Dudina, Field assisted sintering.- Springer.2018.-425с.
3. Скороход В.В. Наука про спікання: еволюція ідей, досягнення, поточні проблеми та нові тенденції II Проблема активного спікання. Роботи раннього періоду / В.В. Скороход // Порошкова металургія. – 2016. – №01/02. – С.26-40.
4. Рагуля А. В. Консолидированные наноструктурные материалы / А. В. Рагуля, В.В. Скороход // Нац. акад. наук Украины. – К. : Наукова думка, 2007. – 376 с.
5. Коликов А.П., Крупин А.В., Полухин П.И., Потапов И.Н., Бондарев М.А., Изотов В.М. Технология и оборудование для обработки тугоплавких порошковых и композиционных материалов. - М.: Металлургия, 1989. — 384 с.
6. Самохвалов В.Н. Научные основы технологических процессов обработки металлов давлением. Учебное пособие. — Самара: Самарский национальный исследовательский университет им. академика С.П. Королева, 2019. — 148 с.
7. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. Изд. 2-е, исправленное и дополненное. Москва: Наука-Физматлит, 2007. 416 с.
8. Валиев Р. З., Александров И. В. Наноструктурные материалы, полученные интенсивной пластической деформацией. Москва: Логос, 2000. 272 с.
9. Сегал В. М., Резников В. И., Копылов В. И., Павлик Д. А., Малышев В. Ф. Процессы пластического структурообразования металлов. Минск: Наука и техника, 1994. 232 с.
10. Rosochowski A. (Ed.) Severe Plastic Deformation Technology. - Whittles Publishing, 2017. — 273 p.
11. Padmanabhan K.A., Prabu S.B., Mulyukov R.R., Nazarov A., Imayev R.M., Chowdhury S.G. Superplasticity: Common Basis for a Near-Ubiquitous Phenomenon. - Springer-Verlag, 2018. — 536 p.
12. Microwave processing of materials (под ред. D.E. Stein). Washington D.C.: National Academy Press. 1994. –150 p.
13. L. Ćurković, R. Veseli, I. Gabelica I. Žmak, I. Ropuš, M. Vukšić. A Review of Microwave-Assisted Sintering Technique. Transactions of FAMENA, Vol. 45 No. 1, 2021. –P. 1-16. <https://doi.org/10.21278/TOF.451021220>
14. Токита М. Настоящее и будущее технологий спекания керамики в связи с разработкой метода электроимпульсного плазменного спекания (ЭИПС)/ М. Токита // Российские нанотехнологии. – 2014. – Том 10, №3. – С.4-20.
15. Згалат-Лозинский О.Б. Нанокompозиты на основе тугоплавких соединений консолидированные методами электроразрядного спекания и спекания с контролируемой скоростью уплотнения (обзор) / О.Б. Згалат-Лозинский // Порошковая металургія. – 2014. – No 1-2. – С.56–68.