



Теорія пластичної деформації-1. Фізико-механічні основи пластичної деформації

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>131 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології виробництва літальних апаратів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/заочна/дистанційна</i>
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4,5 кр. кредитів ECTS</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>екзамен</i>
Розклад занять	<i>1,5 пари лекцій на тиждень (всього 54 години лекцій), практичні заняття 1 пара на тиждень (36 годин)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>д.т.н., професор кафедри ТВЛА Тітов В.А.</i> <i>vat.kpi@gmail.com</i> Практичні: <i>к.т.н., доцент Злочевська Наталія Костянтинівна</i> <i>099 264 72 28,</i> <i>zlochevskaya.natali@gmail.com</i>
Розміщення курсу	<i>Сайти кафедри ТВЛА; Електронний кампус</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

Дисципліна «Фізико-механічні основи пластичної деформації» - це нормативна дисципліна професійної підготовки бакалаврів за спеціальністю **131 Прикладна механіка**, освітньо-професійною програмою **Прикладна механіка пластичності матеріалів**. Вивчення дисципліни необхідно для набуття компетенцій з виконання завдань технологічного рівня за ОПП ПМПМ. Дисципліна закріплює та розвиває знання студентів щодо будови кристалічних та аморфних тіл, формує знання щодо механізмів холодної та гарячої пластичної деформації моно - та полікристалів з урахуванням теорії дислокацій. Розглядаються питання формування структури та властивостей матеріалів при холодній пластичній деформації, зміцнення, урахування зміцнення при технологічних розрахунках. Розділ дисципліни присвячений впливу температури і швидкостей деформацій, дає залежність поведінки матеріалів при дії цих факторів і наслідки цього. Розглядається граничний напружений стан, вивчаються фізичні основи контактного тертя при пластичних деформаціях і фактори, що впливають на нього. Завершується дисципліна розглядом механізмів деформації в умовах повзучості, надпластичності, інтенсивних пластичних деформацій та інших в залежності від механічних схем навантаження.

Мета навчальної дисципліни: формування у здобувачів знань і умінь використовувати отриману і засвоєну інформацію про фізико-механічні властивості пластичної деформації, формування у студентів здатностей визначати індекси Міллера положення кристалографічних площин і напрямків; розраховувати нормальні та дотичні напруження при одноосному розтягу з застосуванням закону Шміда-Боаса; визначати теоретичні значення напруження зсуву дислокації; визначати вектор Бюргерса; враховувати явища зміцнення при визначенні зусиль технологічних операцій холодного деформування; будувати та використовувати в технологічних розрахунках криві зміцнення; враховувати в технологічних розрахунках операцій обробки металів тиском вплив температури на механічні властивості матеріалу; враховувати швидкості деформацій в технологічних розрахунках операцій обробки металів тиском.

Фахові компетентності

ФК10. Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК11. Здатність ідентифікувати фізичну суть, закономірності та параметри процесів пластичного деформування металів, визначати та аналізувати механізми зміцнення матеріалів.

Результати навчання: знання будови кристалічних та аморфних тіл, механізмів холодної та гарячої пластичної деформації моно- та полікристалів з урахуванням теорії дислокацій, формування структури та властивостей матеріалів при холодній пластичній деформації, зміцнення, урахування зміцнення при технологічних розрахунках, впливу температури і швидкостей деформацій, граничного напруженого стану, фізичних основ контактного тертя при пластичних деформаціях і факторів, що впливають на нього, механізмів деформації в умовах повзучості, надпластичності, інтенсивних пластичних деформацій в залежності від механічних схем навантаження, уміння визначати індекси Міллера положення кристалографічних площин і напрямків, розраховувати нормальні та дотичні напруження при одноосному розтягу з застосуванням закону Шміда-Боаса, визначати теоретичні значення напруження зсуву дислокації, визначати вектор Бюргерса, враховувати явища зміцнення при визначенні зусиль технологічних операцій холодного деформування, будувати та використовувати в технологічних розрахунках криві зміцнення, враховувати в технологічних розрахунках операцій обробки металів тиском вплив температури на механічні властивості матеріалу, враховувати швидкості деформацій в технологічних розрахунках операцій ОМТ.

Результати навчання:

РН18. Знати та розуміти фізико-механічні властивості пластичної деформації, явища зміцнення при визначенні технологічних параметрів холодного деформування, вплив температури на механічні властивості матеріалу, вплив швидкості деформацій в технологічних розрахунках операцій обробки тиском.

РН19. Вміти будувати діаграми пластичності та визначати механічні схеми деформування, визначати енергосилові параметри процесу деформування, визначати механічні схеми деформування для типових процесів обробки металів тиском

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих з дисциплін «Математика», «Фізика», «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Опір матеріалів». Набуті в результаті вивчення дисципліни знання та навички мають бути застосовані студентами при вивченні професійно-орієнтованих дисциплін «Теорія та процеси заготівельно-штампувального виробництва», «Теорія та процеси гарячого штампування в авіабудуванні», «Технологія холодного об'ємного штампування», «Високошвидкісні методи обробки металів тиском» та інших.

3. Зміст навчальної дисципліни

Розділ I. Вступ.

Тема 1.1. Суть і задачі дисципліни. Розвиток теорії пластичних деформацій: в галузі фізики або фізико-хімії процесу пластичної деформації, в галузі механіки пластичного деформування. Види виробництв ОМТ.

Розділ II. Природа холодної пластичної деформації.

Тема 2.1. Механічні властивості. Термінологія.

Тема 2.2. Будова металів і сплавів. Кристалографічні площини і напрямки. Індекси Міллера.

Тема 2.3. Монокристал, кристаліт або полікристал. Холодна пластична деформація монокристалів. Закон Шміда-Боаса. Оцінка теоретичного значення напруження зсуву.

Тема 2.4. Елементи теорії дислокацій. Типи дислокацій. Енергія дислокацій. Вектор Бюргеса. Виникнення та розмноження дислокацій – джерело Франка – Ріда.

Тема 2.5. Механізм холодної пластичної деформації: ковзання, двійникування, подвійне ковзання

Тема 2.6. Холодна пластична деформація полікристалів. Явища, які супроводжують холодну пластичну деформацію.

Тема 2.7. Додаткові і залишкові напруження та їх класифікація. Наслідки утворення додаткових напружень. Заходи, які послабляють дію залишкових напружень.

Тема 2.8. Зміцнення

Тема 2.9. Криві зміцнення I та II роду. Математична обробка кривих зміцнення. Моделі деформуемого твердого тіла

Розділ III. Температурно-швидкісний фактор деформації.

Тема 3.1. Повернення та рекристалізація. Стадії повернення: полігонізація та відпочинок. Залежність між величиною зерна, ступенем деформації та температурою рекристалізації.

Тема 3.2. Види пластичної деформації по С.І Губкіну. Механізми гарячої пластичної деформації. Вплив температури на механічні властивості металу. Явища, які супроводжують гарячу пластичну деформацію. Перегрів і перепал.

Тема 3.3. Вплив швидкості деформації на механічні властивості матеріалу. Релаксація напружень.

Тема 3.4. Повзучість. Надпластичність. Механізми пластичних деформацій наноструктурованих матеріалів.

Розділ IV. Основні закони пластичної деформації.

Тема 4.1. Закон найменшого опору. Правила найменшого периметру. Закон нерівномірності деформацій та додаткових напружень.

Тема 4.2. Закон подібності та моделювання процесів обробки металів тиском.

Розділ V. Контактне тертя.

Тема 5.1. Фізичні основи контактного тертя. Види контактного тертя. Теорія граничного тертя. Теорія гідродинамічного (рідинного) тертя.

Тема 5.2. Основні фактори, що впливають на контактне тертя. Основні методи керування силами тертя. Напрямки використання сил тертя

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Теорія пластичної деформації-1. фізико-механічні основи пластичної деформації: конспект лекцій [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітня програма «Прикладна механіка пластичності матеріалів» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: В.А. Тітов, Н.К. Злочевська. – Електронні текстові дані (1 файл: 1,95Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 70 с.

2. Теорія та практика обробки матеріалів тиском / Під ред. Богуслаєва В.О., Бобири М.І., Тітова В.А., Качана О.Я. – Запоріжжя вид. АТ "Мотор Січ", 2016. - 522с.

3. Дяченко С.С. Фізичні основи міцності та пластичності металів: Навч. Посіб-ник. – Харків: Видавництво ХНАДУ, 2013. –226 с.

Додаткова література:

3. Високошвидкісні методи обробки металів тиском: Підручник / В.А. Тітов, Ю.Є. Шамарін, А.І. Долматов, В.К. Борисевич, В.О. Маковей, В.М. Алексеєнко – Київ: КВІЦ, 2010. – 304с.

4 Основи лінійної теорії пружності, пластичності та повзучості: Навч. посібник / Е.Д. Чихладзе, М.А. Веревічева, Є.І. Галагуря та ін. – Харків: УкрДАЗТ, 2010. – 149 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Під час вивчення кредитного модуля Фізико-механічні основи пластичної деформації, що включає лекційний курс, практичні заняття, модульну контрольну роботу та самостійну роботу студента, особлива увага приділяється вивченню теоретичних підходів до аналітичного опису напруженого та деформованого стану металу, закономірностей пластичної течії металу під впливом активних та пасивних сил в процесах обробки металів тиском. Практичні заняття дають студентам можливість на практиці отримати досвід розв'язання прикладних задач в процесах обробки металів тиском. Контроль засвоєння отриманих знань та практичних навичок здійснюється під час захисту тем та за допомогою модульних контрольних робіт. Оцінювання знань студентів проводиться за рейтинговою системою відповідно до положень, що є невід'ємною частиною даної програми.

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Вступ					
Тема 1.1. Суть і задачі дисципліни. Розвиток теорії пластичних деформацій: в галузі фізики або фізико-хімії процесу пластичної деформації, в галузі механіки	4	2	-	-	1

1	2	3	4	5	6
пластичного деформування. Види виробництв ОМТ.					
Розділ 2. Природа холодної пластичної деформації					
Тема 2.1. Механічні властивості. Термінологія.	4,5	3	-	-	1,5
Тема 2.2. Будова металів і сплавів. Кристалографічні площини і напрямки. Індокси Міллера.	8	3	2	-	3
Тема 2.3. Монокристал, кристаліт або полікристал. Холодна пластична деформація монокристалів. Закон Шміда-Боаса. Оцінка теоретичного значення напруження зсуву.	8	3	2	-	3
Тема 2.4. Елементи теорії дислокацій. Типи дислокацій. Енергія дислокацій. Вектор Бюргеса. Виникнення та розмноження дислокацій – джерело Франка – Ріда.	8	3	2	-	3
Тема 2.5. Механізм холодної пластичної деформації: ковзання, двійникування, подвійне ковзання.	10	3	2	2	3
Тема 2.6. Холодна пластична деформація полікристалів. Явища, які супроводжують холодну пластичну деформацію.	8	3	2	-	3
Тема 2.7. Додаткові і залишкові напруження та їх класифікація. Наслідки утворення додаткових напружень. Заходи, які послаблюють дію залишкових напружень.	8	3	-	-	3
Тема 2.8. Зміцнення	7	3	2	-	2
Тема 2.9. Криві зміцнення I та II роду. Математична обробка кривих зміцнення. Моделі деформуемого твердого тіла	6,5	2	2	-	2,5
Контрольна робота з розділу 2	3	1	-	-	2
Разом за розділом 2	69	27	14		26
Розділ 3. Температурно-швидкісний фактор деформації					
Розділ III. Температурно-швидкісний фактор деформації. Тема 3.1. Повернення та рекристалізація. Стадії повернення: полігонізація та відпочинок. Залежність між величиною зерна, ступенем деформації та температурою	8	3	2	-	3

1	2	3	4	5	6
рекристалізації.					
Тема 3.2. Види пластичної деформації по С.І Губкіну. Механізми гарячої пластичної деформації. Вплив температури на механічні властивості металу. Явища, які супроводжують гарячу пластичну деформацію. Перегрів і перепал.	11,5	3	2	-	4,5
Тема 3.3. Вплив швидкості деформації на механічні властивості матеріалу. Релаксація напружень.	8	3	2	-	3
Тема 3.4. Повзучість. Надпластичність. Механізми пластичних деформацій наноструктурованих матеріалів.	8	3	2	-	3
Разом за розділом 3	35,5	12	8	-	13,5
Розділ 4. Основні закони пластичної деформації					
Тема 4.1. Закон найменшого опору. Правила найменшого периметру. Закон нерівномірності деформацій та додаткових напружень.	7	3	2	2	2
Тема 4.2. Закон подібності та моделювання процесів обробки металів тиском.	8	3	2	-	3
Разом за розділом 4	15	6	4	-	5
Розділ 5. Контактне тертя					
Тема 5.1. Фізичні основи контактного тертя. Види контактного тертя. Теорія граничного тертя. Теорія гідродинамічного (рідинного) тертя.	13,5	3	2	2	4,5
Тема 5.2. Основні фактори, що впливають на контактне тертя. Основні методи керування силами тертя. Напрямки використання сил тертя.	7	3	2	-	2
Контрольна робота з розділу 5	3	1	-	-	2
Разом за розділом 5		7	4	-	8,5
Екзамен	36				36
Всього годин	120	36	12	6	66

Лабораторні роботи

Лабораторні роботи направлені на закріплення отриманих студентами теоретичних знань та отримання практичних навичок дослідження процесів теорії пластичної деформації.

№	Назва лабораторної роботи)	Кільність
---	----------------------------	-----------

з/п		годин
1.	Закон найменшого опору та правила найменшого периметру .[3] стор. 138-156	2
2.	Будова кривих зміцнення при холодній пластичній деформації [1] стор. 42-45, [2] стор. 123-129	2
3.	Визначення коефіцієнта тертя при холодній пластичній деформації [3] стор. 135-139.	2

Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять закріпити знання студентів щодо будови кристалічних та аморфних тіл, механізмів холодної та гарячої пластичної деформації моно- та полікристалів з урахуванням теорії дислокацій, формування структури та властивостей матеріалів при холодній пластичній деформації, зміцнення, урахування зміцнення при технологічних розрахунках, впливу температури і швидкостей деформацій, граничного напруженого стану, фізичних основ контактного тертя при пластичних деформаціях і факторів, що впливають на нього, механізмів деформації в умовах повзучості, надпластичності, інтенсивних пластичних деформацій в залежності від механічних схем навантаження.

№ з/п	Назва теми практичного заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
4.	Природа холодної пластичної деформації. Будова металів і сплавів. Кристалічні та аморфні тіла. [1] стор. 12-17, , [4] стор. 72-75.
5.	Монокристал. Кристалографічні площини і напрямки. Індокси Міллера. [1] стор. 12-17, [2] стор. 98-101.
6.	Теорії дислокацій. Типи дислокацій. . Вектор Бюргеса. Виникнення та розмноження дислокацій – джерело Франка – Ріда. [1] стор. 17-30, [2] стор. 101-110.
7.	Механізм холодної пластичної деформації: ковзання, двійникування, подвійне ковзання. [1] стор. 17-34, [2] стор. 101-117.
8.	Холодна пластична деформація полікристалів. [1] стор. 17-34 [4] стор. 75-80; 20-93.
9.	Додаткові і залишкові напруження та їх класифікація. Наслідки утворення додаткових напружень. Заходи, які послабляють дію залишкових напружень. [1] стор. 34-40, [2] стор. 117-122.
10.	Зміцнення. Врахування явища зміцнення при технологічних розрахунках процесів ОМД. 1] стор. 41-42, [2] стор. 122-123,129-136.
11.	Криві зміцнення I та II роду. Побудова та математична обробка моделі деформуємого тіла [1] стор. 42-45, [2] стор. 123-129, [4] стор. 160-173.
12.	Повернення та рекристалізація. [1] стор. 51-62, [2] стор. 136-150,158-165.
13.	Види пластичної деформації по С.І Губкіну. Вплив температури на механічні властивості металу. [1] стор. 51-62, [2] стор. 136-150,158-165.
14.	Види пластичної деформації по С.І Губкіну. Вплив температури на механічні властивості металу. [1] стор. 51-62, [2] стор. 136-150,158-165.
15.	Вплив швидкості деформації на механічні властивості матеріалу. [1] стор. 67-76.
16.	Повзучість. Надпластичність. [1] стор. 67-76, [2] стор. 150-158, [3] стор. 83, 98-103.
17.	Основні закони пластичної деформації. Закон найменшого опору.[3] стор. 138-150.
18.	Закон подібності та моделювання процесів обробки металів тиском. [3] стор. 150-156
19.	Фізичні основи контактного тертя. Види контактного тертя. Теорія граничного тертя.

	Теорія гідродинамічного (рідинного) тертя. [3] стор. 126-135
20.	Фізичні основи контактного тертя. Види контактного тертя. Теорія граничного тертя. Теорія гідродинамічного (рідинного) тертя. [3] стор. 126-1
21.	Основні фактори, що впливають на контактне тертя. Основні методи керування силами тертя. Напрямки використання сил тертя [3] стор. 135-139.

Контрольні роботи

Модульна контрольна робота проводиться з метою виявлення знань студентів з розділів дисципліни, розбивається на дві контрольні роботи за розділами 1 – 3 та 3 – 5. Основні цілі контрольних робіт – контроль за поточним засвоєнням знань, атестація студентів та ін. Результати контрольних робіт враховуються в рейтинговій системі оцінювання результатів навчання.

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота передбачена за всіма темами плану курсу і складається з опрацювання матеріалів лекцій, підготовки до практичних занять та модульних контрольних робіт, іспиту.

Особливу увагу здобувач має приділити вивченню теоретичних підходів до аналітичного опису напруженого та деформованого стану металу, закономірностей пластичної течії металу під впливом активних та пасивних сил в процесах обробки металів тиском.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика щодо дедлайнів та перескладання: - у відповідності до загальноуніверситетських вимог, окремі елементи не встановлюються. Перескладання іспиту відбувається із дозволу кафедри/деканату за наявності поважних причин (наприклад: лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: - у відповідності до загальноуніверситетських вимог, окремі елементи не встановлюються. Списування, запозичення, шахрайство під час оцінювання тощо - не допускаються.

Політика щодо відвідування: присутність на іспиті є обов'язковим компонентом для оцінювання, під час практичних занять проводяться експрес-опитування та модульні контрольні роботи (обов'язкові складові PCO), а також за навчальну активність слухача нараховуються додаткові бали (додатково до PCO). За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування та/або інші форс-мажорні ситуації тощо) навчання може відбуватись в on-line формі у відповідності до загальноуніверситетських вимог. Також застосовуються елементи змішаного навчання.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Шкала PCO кредитного модуля, семестрова атестація з якого передбачена у вигляді екзамену, формується як сума вагових балів контрольних заходів, проведених протягом семестру RC та вагового балу з екзамену RE. $R=RC+RE$

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- 1) шість відповідей (кожного студента в середньому) на практичних заняттях;
- 2) захист трьох лабораторних робіт;
- 3) модульна контрольна робота, яка розбивається на дві по одній академічній годи-ні;
- 4) відповідь на екзамені.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях

Ваговий бал –2.

Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює:

2 бали x 6+1 = 13 балів

За умови гарної підготовки і активної роботи на практичному занятті – 2 бали. Одному або двом кращим студентам на кожному практичному занятті може додаватися як заохочування 1 бал.

2. Захист трьох лабораторних робіт

Ваговий бал –9.

Максимальна кількість балів:

9 балів x 3 = 27 балів

Критерії оцінювання:

9 балів – повне розкриття питань, яка захищається;

5 бали – помилка з окремих питань, але студент показує розуміння лабораторної;

4 бали – суттєві помилки з питань, які виносяться на контроль;

0 балів – незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на 4 бали)

3. Модульний контроль

Ваговий бал –10.

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи:

10 балів x 2 = 20 балів

Критерії оцінювання:

«відмінно» – 10 балів – повне розкриття всіх питань, які винесені на кон-трольну роботу;

«добре» – 8 балів – на 75% питань (серед них обов'язково головні) да-но повні відповіді, на 25% часткові;

«задовільно» – 6 балів – неповна відповідь (не менше 60% потрібної інфо-рмації) та незначні помилки;

«незадовільно» – 0 балів – незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»).

Додаткові (заохочувальні) бали не можуть перевищувати 20 балів мах (проставляються за мотивовану активність під час занять по 1 балу за лекцію та участь у написанні тез, статей тощо, участь у науково-дослідній роботі кафедри тощо, до 5 балів за кожну складову).

Необхідною умовою допуску до екзамену є стартовий рейтинг не менше 30 балів.

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 40% від R, RE = 40 балів.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

RC = 13+27+20 = 60 балів

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 30 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше $0,5 \times 30 = 15$ балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 60 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менше 30.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних питання і одне практичне. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля.

Кожне теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а практичне – 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

– «відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 10-9 балів;

– «добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 8-7 балів;

– «задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 6 балів;

– «незадовільно», незадовільна відповідь – 0 балів.

Система оцінювання практичного запитання:

– «відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання – 20-18 балів;

– «добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями – 17-15 балів;

– «задовільно», завдання виконане з певними недоліками – 14-12 балів;

– «незадовільно», завдання не виконано – 0 балів.

Семестровий контроль: іспит (в залежності від повноти відповіді у 40 балів max).

Бали поточного і семестрового контролю складаються, але не можуть перевищувати 100 балів.

Сума стартових балів і балів за екзаменаційну контрольну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік обов'язкових питань, які виносяться на семестровий контроль:

1. Види виробництв ОМП.
2. Механічні властивості. Термінологія. Показники властивостей.
3. Природа холодної пластичної деформації. Аморфна та кристалічна будова тіл. Кристалічна решітка, їх типи.
4. Основні характеристики кристалічної решітки:
 - система елементарної решітки, щільність упаковки;
 - параметр (період) решітки;
 - базис решітки;
 - координаційне число.
5. Монокристал, кристаліт (зерно).
6. Кристалографічні площини та напрямки. Зміна властивостей в залежності від напрямків.
7. Індексація площин та напрямків.
8. Холодна пластична деформація монокристалів. Закон Шмида-Босса.
9. Оцінка теоретичної величини напруження зсуву.
10. Елементи теорії дислокацій. Типи дислокацій. Крайова дислокація. Джерело Франка-Ріда.
11. Елементи теорії дислокацій. Гвинтова дислокація. Смішані дислокації.
12. Енергія гвинтової дислокації.
13. Двійникування. Карандашне ковзання.
14. Холодна пластична деформація полікристалів. Особливості ПД полікристала. Поведінка міжзерної речовини.

15. Явища які супроводжують холодну ПД. Витягування зерен. Переорієнтація зерен (КТО).
16. Наслідки виникнення додаткових напружень.
17. Заходи які усувають дію додаткових напружень.
18. Наклеп. Криві зміцнення.
19. Крива зміцнення I-го роду.
20. Крива зміцнення II-го роду.
21. Апроксимація кривих зміцнення.
22. Температурно-швидкісний фактор. Повернення та рекристалізація.
23. Повернення. Стадії повернення: полігонізація і відпочинок.
24. Рекристалізація. Стадії рекристалізації: первична и збиральна.
25. Залежність між величиною зерна, ступенем деформації і температурою рекристалізації.
26. Види пластичної деформації.
27. Механізми гарячої пластичної деформації.
28. Явища які супроводжують гарячу пластичну деформацію.
29. Надпластичність.
30. Повзучість та релаксація напружень.
31. Вплив температури на механічні властивості металів. Залежність пластичності від температури.
32. Зміцнення металів. Густина дислокацій. Джерело Франка-Ріда.
33. Перегрів. Перепал.
34. Вплив швидкості деформацій на механічні властивості металів. Формула Рейто.
35. Вплив швидкості деформацій на механічні властивості металів. Формула Людвіка.
36. Блокутворення та поворот блоків. Згин та поворот площин ковзання.
37. Закони пластичної деформації. Закон найменшого опору.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав д.т.н., професор кафедри ТВЛА Вячеслав Тітов

Ухвалено кафедрою ТВЛА (протокол № 16 від 06.07.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією ММІ (протокол № 11 від 29.08.2022 р.)