



ВИСОКОШВИДКІСНІ МЕТОДИ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістр)</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>Обов'язкова</i>
Форма навчання	<i>Очна (денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 курс, осінній семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік</i>
Розклад занять	<i>2 лекції по першому тижню та 1 лекція по другому тижню</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., доцент, Бородій Юрій Петрович, borodiyuriy@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>Telegram</i>

Програма навчальної дисципліни

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

Кредитний модуль «Високошвидкісні методи обробки металів тиском» вивчається після професійно-орієнтованих дисциплін та «Теорії пластичної деформації», що є теоретичною базою для вивчення даного курсу. Всі знання, отримані бакалаврами при вивченні попередніх дисциплін, знаходять практичне застосування у цьому науковому курсі, який викладається студентам-магістрам.

Мета викладання курсу «Високошвидкісні методи обробки металів тиском» полягає в придбанні за фахом «Прикладна механіка» систематизованих знань з спеціальних методів обробки металів тиском, при цьому визначаються принципи конструювання технологічного обладнання та вивчаються особливості поведінки металу при високошвидкісному навантаженні, методи розрахунку технологічних параметрів, процесів та умови їх реалізації у виробництві.

До змісту дисципліни входять методичні основи використання проектування технологічних процесів і обладнання для високошвидкісного штампування різних деталей із оболонкових заготовок. Розглянуто вплив швидкості деформування на поведінку металу, на підвищення ефективності штампування деталей із важкодеформованих металів та сплавів. Наведено теоретичні методи розрахунку швидкісних та енергосилових параметрів процесу. Викладено основи організації виробництва деталей на машинобудівних підприємствах

В процесі вивчення, студент повинен засвоїти техніко-економічні переваги високошвидкісних методів обробки металів тиском і їх позитивний вплив на екологічну обстановку.

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

Для успішного засвоєння дисципліни магістру потрібні достатньо глибокі знання з наступних дисциплін: “Фізико-механічні основи пластичної деформації”, “Технологія листового штампування”, “Фізика”, “Хімія”, “Математика”, “Матеріалознавство”.

Кредитний модуль “ Високошвидкісні методи обробки металів тиском” (ВМ ОМТ) викладається в 1-ому семестрі 2-ого курсу підготовки студентів-магістрів наукового спрямування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Роль та значення високошвидкісних методів обробки металів тиском в промисловому народногосподарському комплексі. Переваги високошвидкісних методів обробки металів тиском (ВМ ОМТ) у порівнянні з традиційними методами.

Розділ 1. Високошвидкісні методи штампування в машинобудуванні

Тема 1.1. Техніко-економічні передумови виникнення і розвитку високошвидкісних способів штампування.

Розвиток наукоємкого машинобудування та аналіз структури працеемкості виробництва. Основні способи високошвидкісного штампування.

Тема 1.2. Класифікація та сфери використання високошвидкісних методів формоутворення деталей в машинобудуванні.

Основні схеми високошвидкісного штампування деталей. Класифікація деталей по формі вихідної заготівки. Порівняння основних способів високошвидкісного штампування з параметрів, які забезпечують вибір ефективного технологічного процесу.

Розділ 2. Елементи хвильової механіки та властивості металів і сплавів в умовах високошвидкісного навантаження.

Тема 2.1. Особливості формоутворення деталей при високошвидкісному навантаженні.

Енергетичний баланс формоутворення заготівки. Формування контуру деталі та розподілення швидкостей руху матеріальних точок заготівки під дією рівномірного імпульсу. Формування контуру деталі із вільним фланцем.

Тема 2.2. Розповсюдження і взаємодія пружних хвиль.

Розповсюдження пружних хвиль в стержні (схема проходження пружних хвиль напружень по стержню). Поздовжні і поперечні хвилі напружень, їх кінематичні та енергетичні характеристики. Поздовжні та поперечні хвилі. Напруження в твердому тілі при розповсюдженні пружних хвиль. Кінетична та потенційна енергії пружної хвилі.

Тема 2.3. Розповсюдження хвиль напружень великої інтенсивності в твердому тілі. Особливості пластичної деформації.

Хвилі високого тиску. Розповсюдження ударної хвилі великої інтенсивності в твердому тілі. Динамічна межа текучості.

Основні види механізму пластичного деформування. Тенденції зміни навантаження механізму деформації. Основні види мікроскопічної деформації. Механічні властивості металів та сплавів при високошвидкісному штампуванні.

Розділ 3. Теоретичний аналіз процесів високошвидкісного формозмінення металів

Тема 3.1. Метод пластичної течії металів для розрахунку напружено-деформівного стану та технологічних параметрів формоутворення заготовки.

Основні етапи розвитку теорії пластичної течії для високошвидкісної обробки металів. Опис процесу деформування. Визначення основних параметрів процесу формоутворення (швидкість деформацій і деформації, рівняння руху, робота деформації, зв'язок напружень та деформацій, середнє напруження).

Тема 3.2. Особливості швидкісного деформування металів.

Врахування впливу інерційних сил. Виникнення і розповсюдження хвиль при деформуванні металів. Теплові ефекти при високошвидкісному деформуванні металів.

Розділ 4. Теоретичний аналіз типових процесів високошвидкісної штамповки

Тема 4.1. Формоутворення вісесиметричних деталей з трубчастих заготовок. Загальні положення. Формоутворення циліндричних деталей із трубчастої заготовки. Особливості швидкісного формоутворення вісесиметричних деталей. Формоутворення конічних деталей з прямолінійною твірною із трубчастої заготовки. Формоутворення вісесиметричних деталей з криволінійною твірною із трубчастої заготовки.

Тема 4.2. Формоутворення вісесиметричних деталей з листових заготовок. Основні теоретичні передумови і вибір розрахункової схеми для формоутворення конічної оболонки. Кінематика процесу формоутворення конічних болонок з плоских листових заготовок. Визначення поля швидкостей

при формоутворенні конічних виробів з плоских листових заготовок. Аналіз напружено-деформованого стану матеріалу заготовки при формоутворенні вісесиметричних конічних виробів. Технологічні можливості процесу. Визначення роботи деформування плоскої заготовки в порожнистий конічний виріб.

Тема 4.3. Формоутворення вісесиметричних порожнистих деталей із циліндричних заготовок об'ємним деформуванням. Основні теоретичні передумови. Визначення кінематичних та енергосилових параметрів процесу формоутворення деталей.

Розділ 5. Технологічні процеси високошвидкісної обробки металів

Тема 5.1. Вибухова технологія.

Класифікація властивостей вибухових речовин. Вибух в різноманітних середовищах та параметри вибуху. Штампування в басейні. Безбасейнове штампування. Особливості об'ємного штампування. Пресування порошків вибухом. Зварювання вибухом різнорідних металів. Різання металів вибухом. Обладнання для пресування, зварювання і різання металів вибухом. Вимоги до проектування процесів обробки металів енергією вибуху. Проектування та впровадження в виробництво цехів і дільниць обробки металів вибухом. Техніка безпеки. Вимоги до реалізації процесу.

Тема 5.2. Обробка металів з використанням енергії імпульсного магнітного поля.

Фізичні основи імпульсного магнітного деформування металів. Основні технологічні схеми і технологічні операції. Обладнання та оснащення для електромагнітно-імпульсної штамповки.

Тема 5.3. Обробка металів з використанням високовольтного електричного розряду в рідині.

Високовольтний електричний розряд в рідині -- джерело імпульсного тиску. Електрогідравлічні установки для штамповки. Високошвидкісна пробивка отворів в тонколистових заготовках. Техніка безпеки та виробничої санітарії при роботі на електрогідравлічних установках.

Тема 5.4. Штамповка деталей із листа з використанням енергії горіння газових сумішей.

Реалізація горіння газових сумішей для створення робочих тисків при високошвидкісній штамповці (адіабатичне горіння газових сумішей, детонаційне горіння газових сумішей). Основні схеми пристроїв для штампування деталей з використанням енергії горіння газових сумішей. Обладнання для штампування деталей з використанням горіння газових сумішей в режимі газової детонації. Технологічне оснащення, яке використовується при детонаційно-газовій штамповці. Технологічні параметри процесу. Вимоги техніки безпеки.

Розділ 1. Високошвидкісні методи штампування в машинобудуванні.

Вступ. Тема 1.1.

Лекція 1. Роль та значення високошвидкісних методів обробки металів тиском в промисловому народногосподарському комплексі. Розвиток наукоємного машинобудування та аналіз структури працездатності виробництва. Основні способи високошвидкісного штампування.

Література: [1]- стор. 5-32; [5] стор. 4-10; [6] - стор. 8-50.

Завдання на СРС. Основні способи високошвидкісного штампування.

Тема 1.2.

Лекція 2. Основні схеми високошвидкісного штампування деталей. Класифікація деталей по формі вихідної заготовки. Порівняння основних способів високошвидкісного штампування з параметрів, які забезпечують вибір ефективного технологічного процесу.

Література: [1] - стор. 14-13; [6] стор. 356-363; [8]- стор. 64-71.

Завдання на СРС. Порівняння основних способів високошвидкісного штампування.

Розділ 2. Елементи хвильової механіки та властивості металів і сплавів в умовах високошвидкісного навантаження

Тема 2.1.

Лекція 3. Енергетичний баланс формоутворення заготовки. Формування контуру деталі та розподілення швидкостей руху матеріальних точок заготовки під дією рівномірного імпульсу. Формування контуру деталі із вільним фланцем.

Література: [1] - стор. 78-98; [8] - стор. 32-50.

Завдання на СРС. Особливості формоутворення деталей при високошвидкісному навантаженні.

Тема 2.2.

Лекція 4. Розповсюдження пружних хвиль в стержні (схема проходження пружних хвиль напружень по стержню). Поздовжні та поперечні хвилі. Напруження в твердому тілі при розповсюдженні пружних хвиль. Кінетична та потенційна енергії пружної хвилі.

Література: [12]- стор. 491-501.

Завдання на СРС. Розглянути розповсюдження пружних хвиль в стержні, поздовжні і поперечні хвилі напружень.

Тема 2.3.

Лекція 5. Хвилі високого тиску. Розповсюдження ударної хвилі великої інтенсивності в твердому тілі. Динамічна межа текучості. Основні види механізму пластичного деформування. Тенденції зміни навантаження механізму деформації. Основні види мікроскопічної деформації. Механічні властивості металів та сплавів при високошвидкісному штампуванні.

Література: [11]- стор. 5-20, стор. 39-63; [6]- стор. 224-243.

Завдання на СРС. Розглянути розповсюдження хвиль напружень великої інтенсивності. Особливості пластичної деформації при високих інтенсивностях напружень.

Розділ 3. Теоретичний аналіз процесів високошвидкісного формозмінення металів

Тема 3.1.

Лекція 6. Основні етапи розвитку теорії пластичної течії для високошвидкісної обробки металів. Опис процесу деформування. Визначення основних параметрів процесу формоутворення (швидкість деформацій і деформації, рівняння руху, робота деформації, зв'язок напружень та деформацій, середнє напруження).

Література: [3]- стор. 8-36.

Завдання на СРС. Метод пластичної течії металів для розрахунку напружено-деформівного стану та технологічних параметрів формоутворення заготовки.

Тема 3.2.

Лекція 7. Особливості швидкісного деформування металів. Врахування впливу інерційних сил. Виникнення і розповсюдження хвиль при деформуванні металів. Теплові ефекти при високошвидкісному деформуванні металів.

Література: [3] стор. 59-62; 91-101.

Завдання на СРС. Особливості швидкісного деформування металів.

Розділ 4. Теоретичний аналіз типових процесів високошвидкісної штамповки

Тема 4.1.

Лекція 8. Загальні положення. Формоутворення циліндричних деталей із трубчастої заготовки. Особливості швидкісного формоутворення вісесиметричних деталей.

Лекція 9. Формоутворення конічних деталей з прямолінійною твірною із трубчастої заготовки.

Лекція 10. Формоутворення вісесиметричних деталей з криволінійною твірною із трубчастої заготовки.

Література: [3] стор. 59-62; 85-86.

Завдання на СРС. Формоутворення вісесиметричних деталей з трубчастих заготовок.

Тема 4.2.

Лекція 11. Основні теоретичні передумови і вибір розрахункової схеми для формоутворення конічної оболонки. Кінематика процесу формоутворення конічних оболонок з плоских листових заготовок. Визначення поля швидкостей при формоутворенні конічних виробів з плоских листових заготовок.

Лекція 12. Аналіз напружено-деформованого стану матеріалу заготовки при формоутворенні вісесиметричних конічних виробів. Технологічні можливості процесу. Визначення роботи деформування плоскої заготовки в порожнистий конічний виріб.

Література: [3] стор. 59-62; 88-90.

Завдання на СРС. Формоутворення вісесиметричних деталей з листових заготовок.

Тема 4.3.

Лекція 13. Основні теоретичні передумови. Визначення кінематичних та енергосилових параметрів процесу формоутворення деталей.

Література: [3] стор. 59-62; 91-101.

Завдання на СРС. Формоутворення деталей із циліндричних заготовок об'ємним деформуванням.

Розділ 5. Технологічні процеси високошвидкісної обробки металів

Тема 5.1. Вибухова технологія.

Лекція 14. Класифікація властивостей вибухових речовин. Вибух в різноманітних середовищах та параметри вибуху.

Лекція 15. Штампування в басейні. Безбасейне штампування.

Лекція 16. Особливості об'ємного штампування. Пресування порошків вибухом. Зварювання вибухом різнорідних металів. Різання металів вибухом.

Лекція 17. Обладнання для пресування, зварювання і різання металів вибухом. Вимоги до проектування процесів обробки металів енергією вибуху

Лекція 18. Проектування та впровадження в виробництво цехів і дільниць обробки металів вибухом. Техніка безпеки. Вимоги до реалізації процесу.

Література: [1] стор. 14-98; [6] стор. 164-168; 290-317; 356-363; 474-484; 464-493; 386-410; [8] стор. 32-87; 133-143.

Завдання на СРС. Вивчення основних вибухових технологій.

Тема 5.2.

Лекція 19. Фізичні основи імпульсного магнітного деформування металів.

Лекція 20. Основні технологічні схеми і технологічні операції.

Лекція 21. Обладнання та оснащення для електромагнітоімпульсної штамповки.

Література: [2] стор. 228-247; [4] стор. 44-66; [5] стор. 75-92, [7] стор. 1-168.

Завдання на СРС. Обробка металів з використанням енергії імпульсного магнітного поля.

Тема 5.3.

Лекція 22. Високовольтний електричний розряд в рідині -- джерело імпульсного тиску. Електрогідравлічні установки для штамповки.

Лекція 23. Високошвидкісне листове штампування та пробивка отворів в тонколистових заготовках. Техніка безпеки та виробничої санітарії при роботі на електрогідравлічних установках.

Література: [2] стор. 199-215; [4] стор. 18-43; [5] стор. 30-75.

Завдання на СРС. Вивчення технологій обробки металів з використанням високовольтного електричного розряду в рідині.

Тема 5.4.

Лекція 24. Реалізація горіння газових сумішей для створення робочих тисків при високошвидкісній штамповці (адіабатичне горіння газових сумішей, детонаційне горіння газових сумішей).

Лекція 25. Основні схеми пристроїв для штампування деталей з використанням енергії горіння газових сумішей. Обладнання для штампуванню деталей з використанням горіння газових сумішей в режимі газової детонації.

Лекція 26. Технологічне оснащення, яке використовується при детонаційно-газовій штамповці. Технологічні параметри процесу. Вимоги безпеки.

Література: [4] стор. 15-17; [10] стор. 10-78.

Завдання на СРС. Вивчення технологій штампування деталей з використанням енергії горіння газових сумішей.

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Самостійна робота для студентів використовується, щоб засвоїти теоретичний аналіз типових процесів високошвидкісного формозмінення металів та набути практичних навиків розробки технологічних процесів високошвидкісної обробки металів.

КОНТРОЛЬНІ РОБОТИ

Для контролю отриманих знань, крім опитів студентів під час лекцій, використовується одна модульна контрольна робота (МКР), результати виконання якої впливають на оцінку другої атестації. МКР включає 2 та 5 розділ. Всі питання МКР тестового типу, відповіді на які мають однозначний характер.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна література:

1. Пихтовников Р.З., Завьялова В.И. Штамповка листового металла взрывом.- М.: Машиностроение, 1964. - 175 с.
2. Степанов В.Г., Шавров И.А. Импульсная металлообработка в судовом машиностроении - Ленинград: Судостроение, 1968. - 254с.
3. Алексеев Ю.Н. Введение в теорию обработки металлов давлением, прокаткой и резаньем. - Харьков: Изд-во ХГУ, 1968-108с.
4. Листовая штамповка с использованием импульсных загрузок / В.Н. Чачин, Ю.Е. Шамарин, А.Ю. Журавский и др. - К.: УМК ВО, 1989. - 108с. (учебное пособие для вузов).
5. Спеціальні методи обробки металів тиском. / Ю.Є. Шамарін, С.С. Коваленко, Л.Т. Кривда, В.Т. Лис. - К.: НМК ВО, 1992. - 208с.
6. Обработка металлов взрывом /А.В. Крупин, В.Я. Соловьев, Г.С. Попов, И.Р. Крестев. М.: Машиностроение, 1964 - 175 с.

Додаткова:

7. Белый И.В., Фертик С.М., Хищенко Л.Т. Справочник по магнитно-импульсной обработке металлов. Харьков: Выща шк., 1977. - 168с.
8. Штамповка взрывом. Основы теории / М.А. Анучин, О.Д. Антоненков. Ю.П. Жбанов и др. / Под. ред. М.А. Анучина - М., Машиностроение, 1972. -- 152с.
9. Кононенко В.Г. Высокоскоростное формоизменение и разрушение металлов - Харьков: Вища школа. Изд-во ХТУ, 1980. - 232 с.
10. Импульсная штамповка деталей в машиностроении / Степанченко В.А., Климентьев В.И., Росихин В.П. и др. - Киев: Укр. НИИ и ТЗИ, 1969 - 109с,
11. Эпштейн Г.И. Строение металлов, деформированных взрывом. - М.; Металлургия. - 280с.
12. Тимошенко С.П., Гудьер Дж. Теория упругости. - М.: Наука, 1975. - 576с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розподіл навчального часу за темами

Назви розділів, тем	Розподіл за видами занять			
	Всього	Лекції	Конт. роб.	СРС
Вступ				
Розділ 1. Високошвидкісні методи штампування в машинобудуванні.				
Тема 1.1. Техніко-економічні передумови виникнення і розвитку високошвидкісних способів штампування.	4	2		2
Тема 1.2. Класифікація та сфери використання високошвидкісних методів формоутворення деталей в машинобудуванні.	4	2		2
Розділ 2. Елементи хвильової механіки та властивості металів і сплавів в умовах високошвидкісного навантаження.				
Тема 2.1. Особливості формоутворення деталей при високошвидкісному навантаженні.	4	2		2
Тема 2.2. Розповсюдження і взаємодія пружних хвиль. Поздовжні і поперечні хвилі напружень, їх кінематичні та енергетичні характеристики.	4	2		2
Тема 2.3. Розповсюдження хвиль напружень великої інтенсивності в твердому тілі. Особливості пластичної деформації при високих інтенсивностях напружень.	4	2		2
Розділ 3. Теоретичний аналіз процесів високошвидкісного формозмінення металів				
Тема 3.1. Метод пластичної течії металів для розрахунку напружено-деформівного стану	4	2		2

та технологічних параметрів формоутворення заготовки.				
Тема 3.2. Особливості швидкісного деформування металів.	4	2		2
Розділ 4. Теоретичний аналіз процесів високошвидкісної штамповки.				
Тема 4.1. Формоутворення вісесиметричних деталей з трубчастих заготовок.	12	6		6
Тема 4.2. Формоутворення вісесиметричних деталей з листових заготовок.	8	4		4
Тема 4.3. Формоутворення вісесиметричних порожнистих деталей із циліндричних заготовок об'ємним деформуванням.	4	2		2
Розділ 5. Технологічні процеси високошвидкісної обробки металів.				
Тема 5.1. Вибухова технологія.	20	10		10
Тема 5.2. Обробка металів з використанням енергії імпульсного магнітного поля.	12	6		6
Тема 5.3. Обробка металів з використанням високовольтного електричного розряду в рідині.	8	4		4
Тема 5.4. Штамповка деталей із листа з використанням енергії горіння газових сумішей.	10	6		4
Модульна контрольна робота	6	2		4
Підготовка до заліку	18			18
Всього	126	54		72

6. Самостійна робота студента

Для закріплення знань і вмінь, отриманих при вивченні курсу ВМ ОМТ, виконується розрахунково-графічна робота на наступні теми.

Тема 1.1. Основні способи високошвидкісного штампування.

Тема 1.2. Порівняння основних способів високошвидкісного штампування.

Тема 2.1. Особливості формоутворення деталей при високошвидкісному навантаженні.

Тема 2.2. Розглянути розповсюдження пружних хвиль в стержні, поздовжні і поперечні хвилі напружень.

Тема 2.3. Розглянути розповсюдження хвиль напружень великої інтенсивності. Особливості пластичної деформації при високих інтенсивностях напружень.

Тема 3.1. Метод пластичної течії металів для розрахунку напружено-деформованого стану та технологічних параметрів формоутворення заготовки.

Тема 3.2. Особливості швидкісного деформування металів.

Тема 4.1. Формоутворення вісесиметричних деталей з трубчастих заготовок.

Тема 4.2. Формоутворення вісесиметричних деталей з листових заготовок.

Тема 4.3. Формоутворення деталей із циліндричних заготовок об'ємним деформуванням.

Тема 5.1. Вивчення основних вибухових технологій.

Тема 5.2. Обробка металів з використанням енергії імпульсного магнітного поля.

Тема 5.3. Вивчення технологій обробки металів з використанням високовольтного електричного розряду в рідині.

Тема 5.4. Вивчення технологій штампування деталей з використанням енергії горіння газових сумішей.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять студентами є обов'язковим компонентом оцінювання, за яке нараховуються бали. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в on-line формі за погодженням із керівником курсу. Відвідування лекційних занять без пропусків (крім поважних причин) додатково оцінюється 10 балів, якщо кількість пропусків не перевищує 15% (8 лекцій) нараховується 8 балів, при кількості пропусків більше 15% - 0 балів. За активність студентів на лекціях ще нараховуються: активність на 18 лекціях -5 балів, на 36 лекціях – 8 балів, на 54

лекціях -10 балів. За кожну підготовку коротких доповідей згідно з темами кредитного модуля та виступом на лекції нараховується 5 балів. При цьому текст доповіді перевіряється на наявність плагиату із коректними запозиченнями до 20 %. На завершальному етапі навчання студенти повинні виконати контрольну роботу, в якій потрібно надати відповіді по темам лекційного курсу. Ця робота оцінюється в 10 балів.

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

Рейтингова система оцінювання результатів навчання студентів з кредитного модуля “Високошвидкісні методи обробки металів тиском”.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, які він отримав за :

1. Одну МКР.
2. Відповіді на заліку.

Модульний контроль.

Ваговий бал модульної контрольної роботи – 40 балів

Максимальна кількість балів за одну МКР $R_{мкр} = 40$ балів.

За неточні відповіді можливе покрокове зниження оцінки з кроком 0,5 балів МКР до 4 балів. При сумі балів з контрольну роботу менше 36, остання не зараховується і її необхідно перескладати.

Залікова рейтингова оцінка становить $R_e = 40$ бали.

Сумарна рейтингова оцінка становить $R = R_c + R_e = 60 + 40 = 100$ балів

Сума стартових балів та балів за атестаційну контрольну роботу переводиться до оцінки згідно з таблицею:

Бали	Оцінка
100...95	Відмінно
94...85	Дуже добре
84...75	Добре
74...65	Задовільно
64...60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є незараховані лабораторні роботи або незарахована розрахункова робота	Не допущено

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом, к.т.н. Бородієм Юрієм Петровичем.

Ухвалено кафедрою технології виробництва літальних апаратів (протокол № 1 від 30 серпня 2021)

Погоджено Методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (протокол № 1 від 30 серпня 2021)