**E:\Оля\1 - 0010.tifНАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І**

**ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**Кафедра** \_\_\_конструювання машин і обладнання\_\_\_\_\_\_

“**ЗАТВЕРДЖУЮ**”

Декан факультету.

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_Ружило З.В.

Протокол № 8 17.05.2022р.

“\_\_\_\_\_\_”\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_2022 р.

**“СХВАЛЕНО”**

на засіданні кафедри конструювання машин і обладнання

Протокол № 11 від 12 травня 2022 р.

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_проф. Ловейкін В.С.

**“РОЗГЛЯНУТО”**

Гарант ОП \_ Машини та обладнання

с/г виробництва\_

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Ловейкін В.С.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Механіка конструкцій технічних систем**

спеціальність 133 - Галузеве машинобудування

освітня програми Машини та обладнання с/г виробництва

факультет конструювання та дизайну

Розробники: Ловейкін В.С. завідувач кафедри конструювання машин і обладнання, д.т.н., професор; Рибалко В.М. доцент кафедри конструювання машин і обладнання, доцент

Київ 2022р.

**1. Опис навчальної дисципліни**

Механіка конструкцій технічних систем

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень** | | |
| Освітньо-кваліфікаційний рівень | магістр | |
| Галузь знань | 13 - Механічна інженерія | |
| Спеціальність | 133 - Галузеве машинобудування | |
| Спеціалізація | Машини та обладнання с/г виробництва | |
| **Характеристика навчальної дисципліни** | | |
| Вид | обов’язкова | |
| Загальна кількість годин | 150 | |
| Кількість кредитів ECTS | 3 | |
| Кількість змістових модулів | 2 | |
| Форма контролю | екзамен | |
| **Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання** | | |
|  | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Рік підготовки (курс) | 1(5) | 1(5) |
| Семестр | 1 | 1-2 |
| Лекційні заняття | 45 | 8 |
| Семінарські заняття | 0 | 0 |
| Лабораторні заняття | 45 | 8 |
| Самостійна робота | 45 | 0 |
| Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання | 3 |  |

**2. Мета та завдання навчальної дисципліни**

**Мета** дисципліни полягає у формуванні у магістрів системи знань щодо основних положень проектування технічних систем в АПК, включаючи проектування технологічних процесів створення сучасних конструкцій технічних систем; моделювання і дослідження деталей та вузлів сільськогосподарських машин, енергетичних систем; проектування, експлуатація та моніторинг технічних систем, спрямованих на заощадження енергоресурсів, використання альтернативних джерел енергії, забезпечення екологічно-чистої сільськогосподарської продукції, систем,які забезпечують нові методи переробки та зберігання сільськогосподарської продукції.

**Завдання** дисципліни полягає у наступному: вивчити особливості методів розрахунку та проектування технічних систем, які використовують у АПК,проаналізувати конструктивно-технологічні параметри сучасних технічних систем та технології їх виготовлення; засвоїти специфіку технологічних процесів виготовлення, складання, обслуговування сільськогосподарських машин та окремих пристроїв.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

Знати: основні проблеми виробництва технічних систем, які використовують у АПК; стан автоматизації,роботизації та точності управління технологічним обладнанням, яке використовується у виробництві сільськогосподарських машин та окремих агрегатів; методи аналізу та способи удосконалення існуючих технологічних процесів; методи та способи удосконалення конструкції технологічних систем з точки зору зменшення металоємності, енергоємності або покращення технологічних, ергономічних, економічних показників.

Вміти: виконувати математичне та фізико-механічне (на макетах) моделювання об’єктів і технічних систем; функціонування робочих органів сільськогосподарських машин; режимів її роботи; процесів її проектування, виготовлення та обслуговування; використовувати технологічні засоби спеціального комп’ютерного забезпечення для організації роботи по проектуванню об’єкту або процесу по напряму магістерської програми; проводити автоматизований облік і пошук економії матеріальних і енергетичних ресурсів в об’єктах, що проектуються; проводити дослідження процесів, режимів, технологічних та геометричних факторів технічних систем, створювати плани експериментів, виконувати оптимізацію процесів роботи технічних систем та об’єктів відповідних виробництв по напряму магістерської програми; працювати з електронним навчальними курсами у діалоговому режимі.

**3. Програма та структура навчальної дисципліни для:**

- повного терміну денної (заочної) форми навчання:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | |
| Денна форма | | | | | | | Заочна форма | | | | | |
| тижні | усього | у тому числі | | | | | усього | у тому числі | | | | |
| л | п | лаб | інд | с.р. | л | п | лаб | інд | с.р. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Змістовий модуль 1. Основи теорії побудови та методи розрахунку конструкцій технічних систем у сільськогосподарському машинобудуванні | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Міцність, жорсткість, зносостійкість – основні критерії робото здатності конструкцій технічних систем | 1-2 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | 6 | 2 | - | 4 | - | - |
| Тема 2. Жорсткість машинобудівних конструкцій. Тонкостінні конструкцій. | 3-4 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Тема 3. Вплив видів навантаження на конструкції технічних систем. | 5-6 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Тема 4. Втомлюваність конструкцій. Особливості конструкцій, що працюють в умовах циклічних навантажень. | 7-8 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| Тема 5. Вплив якості поверхні елементів технічних систем на їхні механічні властивості. | 9-10 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Разом за змістовим модулем 1 |  | 60 | 30 | - | 30 | - | 25 | 10 | 4 |  | 6 | - | - |
| Змістовий модуль 2. Технологічність елементів конструкцій технічних систем | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Маси та металоємкість конструкцій. Раціональні перерізи. Механічні властивості профілів прокату. | 11-12 | 12 | 6 | - | 6 | - | 5 | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| Тема 2. Конструктивні та технологічні методи покращення конструкцій. | 13 | 6 | 3 | - | 3 | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Тема 3. Точність конструкцій. Показники точності та методи їхнього забезпечення. | 14 | 6 | 3 | - | 3 | - | 5 | 4 | 2 | - | 2 | - | - |
| Тема 4. Оптимізація конструкцій технічних систем. Ергономіка конструкцій. Техніко-економічні показники ефективного використання технічних систем. | 15 | 6 | 3 | - | 3 | - | 5 | - | - | - | - | - | - |
| Разом за змістовим модулем 2 |  | 30 | 15 | - | 15 | - | 20 | 8 | 4 | - | 4 | - | - |
| Усього годин |  | 90 | 45 | - | 45 | - | 45 | 18 | 8 | - | 10 | - | - |

**4. Теми лабораторних занять**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Назва теми | Кількість годин |
| 1 | Основні методи розрахунку деталей та конструкцій технічних систем. Основні технологічні процеси у сільськогосподарському машинобудуванні. | 4 |
| 2 | Лабораторна робота №1. Дослідження впливу зміни технологічних факторів на роботу підшипникових вузлів. | 4 |
| 3 | Лабораторна робота №2. Дослідження впливу жорсткості вала на роботу спряжених деталей. Дослідження явищ резонансу вала, що обертається. | 4 |
| 4 | Лабораторна робота №3. Дослідження зміни впливу конструктивних факторів на роботу різьбових з’єднань. | 4 |
| 5 | Лабораторна робота №4. Дослідження впливу матеріалів та шорсткості поверхні на механічні параметри спряжених деталей. | 4 |
| 6 | Лабораторна робота №5. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів на роботу запобіжних муфт. | 4 |
| 7 | Лабораторна робота №6. Дослідження впливу технологічних факторів на механічні параметри варіаторів. | 2 |
| 8 | Лабораторна робота №7. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів скребкових транспортерів на основні технологічні показники. | 2 |
| 9 | Лабораторна робота №8. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів гвинтових транспортерів на їх основні показники. | 2 |
| 10 | Лабораторна робота №9. Гвинтові транспортери. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів на продуктивність конвеєра. | 2 |
| 11 | Лабораторна робота №10. Ковшові транспортери. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів на продуктивність конвеєра | 2 |
| 12 | Лабораторна робота №11. Вантажопідйомні машини та їх елементи. Складові механізму підйому. Дослідження механічних властивостей тягових органів. | 2 |
| 13 | Лабораторна робота №12. Електроталь. Дослідження режимів роботи механізмів талі. | 2 |
| 14 | Лабораторна робота №13. Лебідки з ручним приводом. Дослідження зміни зусиль на приводному валу, залежно від типу і кратності поліспастів. | 1 |

**5. Контрольні питання, комплекти тестів для визначення рівня засвоєння знань студентами.**

**Пакет тестових завдань**

**Варіант №1**

1. Умова міцності у загальній формі має вигляд:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: в

1. У випадку статичного навантаження на деталь, за небезпечні напруження приймають:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: а – межа міцності, б – межа текучості

1. При симетричному знакозмінному циклі зміни напружень,за небезпечні приймають:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Допустимі напруження при статичному навантаження на деталь, виготовлену із сталі, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: в

1. Допустимі напруження при статичному навантаження на деталь, виготовлену із чавуну, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: г

1. Допустимі напруження при симетричному знакозмінному циклі зміни напружень, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Основним видом руйнування зубів відкритих зубчастих передач є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| Зминання | Зріз | Злам | Згин |

Правильна відповідь: в

1. Основним видом руйнування зубів закритих зубчастих передач є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| Викришування поверхні | Зминання | Абразивне зношування | Зріз |

Правильна відповідь: а

1. Розставити у відповідності до елементів наведені умови міцності:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – закрита циліндрична передача | 1 |  |
| Б – відкрита циліндрична передача | 2 |  |
| В – гладкий барабан | 3 |  |
| Г – ланцюгова передача | 4 |  |

Правильна відповідь: А – 2, Б – 3, В – 4, Г – 1.

1. Які з перерахованих умов міцності валів відносять до відповідного виду розрахунку вала?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – розрахунок на витривалість | 1 |  |
| Б – орієнтовний розрахунок | 2 |  |
| В – розрахунок за еквівалентним моментом | 3 |  |

Правильна відповідь: А – 3, Б – 1, В – 2.

1. Розставити назви параметрів міцності вала, відповідно до їх позначення:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| А – границя витривалості матеріалу | Б – коефіцієнт чутливості матеріалу | В – коефіцієнт концентрації напружень | Г – коефіцієнт масштабного фактору | Д – коефіцієнт шорсткості поверхні | Е – амплітудне значення напружень |

Правильна відповідь: А – 3, Б – 5, В – 1, Г – 6, Д – 4, Е – 2.

1. Для симетричного знакозмінного циклу зміни напружень амплітудні значення напружень мають такі показники:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Значення коефіцієнту запасу міцності знаходиться у межах:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| 10…15 | 3…5 | 1,3…1,5 | 0,13…0,15 |

Правильна відповідь: в

1. Коефіцієнт масштабного фактору враховує вплив діаметру вала на зміну механічних властивостей матеріалу, причому, із зростанням діаметру вала ці показники:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| покращуються | погіршуються | не змінюються | змінюються, але мало |

Правильна відповідь: б

1. Коефіцієнти напруження на поверхні тіл кочення підшипників кочення мають різні значення: у верхній частині кульки або ролика вони більші внаслідок:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| малої кількості тіл кочення | малого діаметра тіл кочення | зміни величини навантаження на підшипник | різниця у радіусах внутрішнього та зовнішнього кілець |

Правильна відповідь: г

16. Границя витривалості – це напруження, при яких кількість циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | N = 1020 |
| Б | Необмежено |
| В | N = 10-15 |
| Г | Обмежено формою та розмірами |
| Д | N = 2,15 \* 105 |

Правильна відповідь: Б

17. За формою, основні види циклів напружень поділяють на:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Симетричний |
| Б | Асиметричний |
| В | Амплітудний |
| Г | Стиснутий |
| Д | Від нульовий |
| Е | Одиничний |
| Ж | Складний |

Правильна відповідь: А, Б, Д, Ж.

18. Основними параметрами циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | σ-1 - границя витривалості |
| Б | σmax – максимальні напруження циклу |
| В | σт – границя текучості |
| Г | σmin – мінімальні напруження |
| Д | σа – середнє значення напружень |
| Е | τзр – напруження зрізу |
| Ж | ς = |
| З | ςt = |

Правильна відповідь: Б, Г, Д, Ж.

19. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності для сталі визначають за залежністю:

σ-1 = (0,2 … 0,3) σв (1 + …)

Правильна відповідь: (1 + )

20. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності σв для алюмінію; визначають за залежністю:

σ-1= (………)σв

Правильна відповідь: (0,25 …. 0,50)

21. Метод Шимека полягає у визначенні залежності параметрів сталі:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Границі зрізу τзр від кількості циліндрів навантаження N = 105 |
| Б | Напружень згину σзг від діючого моменту Мзг |
| В | Границі міцності σв від границі текучості σт |
| Г | Границі витривалості σ-1 від границі міцності σв |

Правильна відповідь: Г.

22. Метод Френча полягає в розробці методики дослідження на витривалість зразків сталі із застосуванням попередньої їхньої обробки, яка полягає у наступному:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Надрізання зразків на глибину h = 0,5 мм |
| Б | Недовантаження зразків на 1,5 σв |
| В | Перевантаження зразків на 15% відносно σт |
| Г | Перевантаження зразків 1,5 σ-1 при N = 104 |

Правильна відповідь: Г.

23. Які матеріали використовують для виготовлення деталей, що працюють в умовах контактного навантаження:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Чавун С4 20 |
| 2 | Сталь У 11 |
| 3 | Бронза ОНФ |
| 4 | Сталь 20 Х |
| 5 | Сталь 3 |
| 6 | Сталь 10 |
| 7 | Сталь 18ХГТ |
| 8 | АЛ2 алюміній |
| 9 | Д16 дюраль |
| 10 | ПТ-3 текстоліт |

Правильна відповідь:2, 4, 7.

24. Розмір ділянки при контакті двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | db = |
| Б | db = |
| В | db = 1,4 |
| Г | db =1,5 |

Правильна відповідь: В.

25. Розмір ділянки при контакті двох циліндрів визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | в = 0,5 (σв – σт) |
| Б | в = 1,5 |
| В | в = |
| Г | в = 1,8 |

Правильна відповідь: Б.

26. Значення максимального тиску у зоні контакту двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Pmax = |
| Б | Pmax = 1,6 |
| В | Pmax = 14 |
| Г | Pmax = 1,5 |

Правильна відповідь: Г.

27. Причиною відставання веденої ланки при контакті двох циліндрів є ….. :

|  |  |
| --- | --- |
| А | Періодичне видовження та стиск |
| Б | Періодичний стиск та розтяг |
| В | Періодичні напруження кручення та зсуву |
| Г | Періодичний стиск та кручення |

Правильна відповідь: Б

28. Питому масу машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | g = |
| Б | g = |
| В | g = 1,3 |
| Г | g = 20 |

Правильна відповідь: А.

29. Питому металоємність машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | ν = 0,1 |
| Б | ν = + + …. |
| В | ν = |
| Г | ν = + + …. |

Правильна відповідь: Б.

30. Умова рівномірності полягає у тому, що …..

|  |  |
| --- | --- |
| А | Перерізи деталей мають однакову площу |
| Б | Напруження зтиску в одному з перерізів однакові |
| В | Напруження розтягу у більшості перерізів однакові |
| Г | Напруження у кожному перерізі деталі однакові |

Правильна відповідь: Г.

**Варіант № 2**

1. Границя витривалості – це напруження, при яких кількість циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | N = 1020 |
| Б | Необмежено |
| В | N = 10-15 |
| Г | Обмежено формою та розмірами |
| Д | N = 2,15 \* 105 |

Правильна відповідь: Б

2. За формою, основні види циклів напружень поділяють на:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Симетричний |
| Б | Асиметричний |
| В | Амплітудний |
| Г | Стиснутий |
| Д | Від нульовий |
| Е | Одиничний |
| Ж | Складний |

Правильна відповідь: А, Б, Д, Ж.

3. Основними параметрами циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | σ-1 - границя витривалості |
| Б | σmax – максимальні напруження циклу |
| В | σт – границя текучості |
| Г | σmin – мінімальні напруження |
| Д | σа – середнє значення напружень |
| Е | τзр – напруження зрізу |
| Ж | ς = |
| З | ςt = |

Правильна відповідь: Б, Г, Д, Ж.

4. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності для сталі визначають за залежністю:

σ-1 = (0,2 … 0,3) σв (1 + …)

Правильна відповідь: (1 + )

5. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності σв для алюмінію; визначають за залежністю:

σ-1= (………)σв

Правильна відповідь: (0,25 …. 0,50)

6. Метод Шимека полягає у визначенні залежності параметрів сталі:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Границі зрізу τзр від кількості циліндрів навантаження N = 105 |
| Б | Напружень згину σзг від діючого моменту Мзг |
| В | Границі міцності σв від границі текучості σт |
| Г | Границі витривалості σ-1 від границі міцності σв |

Правильна відповідь: Г.

7. Метод Френча полягає в розробці методики дослідження на витривалість зразків сталі із застосуванням попередньої їхньої обробки, яка полягає у наступному:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Надрізання зразків на глибину h = 0,5 мм |
| Б | Недовантаження зразків на 1,5 σв |
| В | Перевантаження зразків на 15% відносно σт |
| Г | Перевантаження зразків 1,5 σ-1 при N = 104 |

Правильна відповідь: Г.

8. Які матеріали використовують для виготовлення деталей, що працюють в умовах контактного навантаження:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Чавун С4 20 |
| 2 | Сталь У 11 |
| 3 | Бронза ОНФ |
| 4 | Сталь 20 Х |
| 5 | Сталь 3 |
| 6 | Сталь 10 |
| 7 | Сталь 18ХГТ |
| 8 | АЛ2 алюміній |
| 9 | Д16 дюраль |
| 10 | ПТ-3 текстоліт |

Правильна відповідь:2, 4, 7.

9. Розмір ділянки при контакті двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | db = |
| Б | db = |
| В | db = 1,4 |
| Г | db =1,5 |

Правильна відповідь: В.

10. Розмір ділянки при контакті двох циліндрів визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | в = 0,5 (σв – σт) |
| Б | в = 1,5 |
| В | в = |
| Г | в = 1,8 |

Правильна відповідь: Б.

11. Значення максимального тиску у зоні контакту двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Pmax = |
| Б | Pmax = 1,6 |
| В | Pmax = 14 |
| Г | Pmax = 1,5 |

Правильна відповідь: Г.

12. Причиною відставання веденої ланки при контакті двох циліндрів є ….. :

|  |  |
| --- | --- |
| А | Періодичне видовження та стиск |
| Б | Періодичний стиск та розтяг |
| В | Періодичні напруження кручення та зсуву |
| Г | Періодичний стиск та кручення |

Правильна відповідь: Б

13. Питому масу машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | g = |
| Б | g = |
| В | g = 1,3 |
| Г | g = 20 |

Правильна відповідь: А.

14. Питому металоємність машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | ν = 0,1 |
| Б | ν = + + …. |
| В | ν = |
| Г | ν = + + …. |

Правильна відповідь: Б.

15. Умова рівномірності полягає у тому, що …..

|  |  |
| --- | --- |
| А | Перерізи деталей мають однакову площу |
| Б | Напруження зтиску в одному з перерізів однакові |
| В | Напруження розтягу у більшості перерізів однакові |
| Г | Напруження у кожному перерізі деталі однакові |

Правильна відповідь: Г.

1. Які критерії відносять до терміну «Точність» зубчастих передач?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | Термін роботи | д | Поверхня контакту |
| б | Плавність роботи | е | Паралельність осей |
| в | Якість робочої поверхні | ж | Бічний зазор |
| г | Кінематична точність | з | Розрахунковий крок зачеплення |

Правильна відповідь: б, г, д, ж.

1. Показником норми «Кінематична точність» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| осьове зусилля | допуск на радіальне биття | колова сила | допуск на торцеве биття |

Правильна відповідь: б.

1. Показником норми «Плавність роботи» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| коефіцієнт тертя | колова швидкість | граничне відхилення кроку зачеплення | відхилення від форми зубів |

Правильна відповідь: 3.

1. Показником норми «Поверхня контакту» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| допуск на непаралельність осей | допуск на відхилення кроку зачеплення | допустимий тиск | контактні напруження |

Правильна відповідь: а.

1. Показником норми «Бічний зазор» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| максимальний зазор між сусідніми зубами | мінімальний зазор між неробочими поверхнями зубів | зазор між вершинами та западинами зубів | товщина зуба |

Правильна відповідь: б.

1. Найбільше використовуваними ступенями точності у машинобудуванні є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| 5, 6, 9 | 6, 7, 8 | 1, 2, 3 | 10, 11, 12 |

Правильна відповідь: б.

1. Коефіцієнт жорсткості технічної системи визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б.

1. Розставити залежності відповідно до визначення їхніх параметрів:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – коефіцієнт жорсткості | 1 |  |
| Б – податливість системи μ | 2 |  |
| В – коефіцієнт жорсткості (кручення) | 3 |  |
| Г – коефіцієнт жорсткості (згин) | 4 |  |

Правильна відповідь: А – 2; Б – 3; В – 4; Г – 1.

1. Жорсткість – це здатність системи…?

Правильна відповідь: зберігати форму.

1. Коефіцієнт жорсткості залежить від наступних факторів:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г | д | е |
| момент згину | модуль пружності | крутний момент | момент інерції | кутова швидкість | довжина деталі |

Правильна відповідь: б, г, е.

1. Міцність – це здатність системи…?

Правильна відповідь: чинити опір руйнуванню.

1. Запас міцності системи визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б.

1. Умовна межа текучості це:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | Напруження у зразку, яка викликає у ньому залишкову деформацію 0,2% | в | Напруження у зразку, яка викликає у ньому пружну деформацію 20% |
| б | Напруження у зразку, яка викликає у ньому пластичну деформацію 2,0% | г | Напруження у зразку, яка викликає у ньому залишкову деформацію 0,02 |

Правильна відповідь: а.

1. Податливість системи визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: а

1. Масу деталі визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

**Варіант № 3**

1. Умова міцності у загальній формі має вигляд:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: в

1. У випадку статичного навантаження на деталь, за небезпечні напруження приймають:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: а – межа міцності, б – межа текучості

1. При симетричному знакозмінному циклі зміни напружень,за небезпечні приймають:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Допустимі напруження при статичному навантаження на деталь, виготовлену із сталі, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: в

1. Допустимі напруження при статичному навантаження на деталь, виготовлену із чавуну, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: г

6. Границя витривалості – це напруження, при яких кількість циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | N = 1020 |
| Б | Необмежено |
| В | N = 10-15 |
| Г | Обмежено формою та розмірами |
| Д | N = 2,15 \* 105 |

Правильна відповідь: Б

7. За формою, основні види циклів напружень поділяють на:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Симетричний |
| Б | Асиметричний |
| В | Амплітудний |
| Г | Стиснутий |
| Д | Від нульовий |
| Е | Одиничний |
| Ж | Складний |

Правильна відповідь: А, Б, Д, Ж.

8. Основними параметрами циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | σ-1 - границя витривалості |
| Б | σmax – максимальні напруження циклу |
| В | σт – границя текучості |
| Г | σmin – мінімальні напруження |
| Д | σа – середнє значення напружень |
| Е | τзр – напруження зрізу |
| Ж | ς = |
| З | ςt = |

Правильна відповідь: Б, Г, Д, Ж.

9. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності для сталі визначають за залежністю:

σ-1 = (0,2 … 0,3) σв (1 + …)

Правильна відповідь: (1 + )

10. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності σв для алюмінію; визначають за залежністю:

σ-1= (………)σв

Правильна відповідь: (0,25 …. 0,50)

1. Розставити назви параметрів міцності вала, відповідно до їх позначення:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |
| А – границя витривалості матеріалу | Б – коефіцієнт чутливості матеріалу | В – коефіцієнт концентрації напружень | Г – коефіцієнт масштабного фактору | Д – коефіцієнт шорсткості поверхні | Е – амплітудне значення напружень |

Правильна відповідь: А – 3, Б – 5, В – 1, Г – 6, Д – 4, Е – 2.

1. Для симетричного знакозмінного циклу зміни напружень амплітудні значення напружень мають такі показники:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Значення коефіцієнту запасу міцності знаходиться у межах:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| 10…15 | 3…5 | 1,3…1,5 | 0,13…0,15 |

Правильна відповідь: в

1. Коефіцієнт масштабного фактору враховує вплив діаметру вала на зміну механічних властивостей матеріалу, причому, із зростанням діаметру вала ці показники:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| покращуються | погіршуються | не змінюються | змінюються, але мало |

Правильна відповідь: б

1. Коефіцієнти напруження на поверхні тіл кочення підшипників кочення мають різні значення: у верхній частині кульки або ролика вони більші внаслідок:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| малої кількості тіл кочення | малого діаметра тіл кочення | зміни величини навантаження на підшипник | різниця у радіусах внутрішнього та зовнішнього кілець |

Правильна відповідь: г

16. Метод Шимека полягає у визначенні залежності параметрів сталі:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Границі зрізу τзр від кількості циліндрів навантаження N = 105 |
| Б | Напружень згину σзг від діючого моменту Мзг |
| В | Границі міцності σв від границі текучості σт |
| Г | Границі витривалості σ-1 від границі міцності σв |

Правильна відповідь: Г.

17. Метод Френча полягає в розробці методики дослідження на витривалість зразків сталі із застосуванням попередньої їхньої обробки, яка полягає у наступному:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Надрізання зразків на глибину h = 0,5 мм |
| Б | Недовантаження зразків на 1,5 σв |
| В | Перевантаження зразків на 15% відносно σт |
| Г | Перевантаження зразків 1,5 σ-1 при N = 104 |

Правильна відповідь: Г.

18. Які матеріали використовують для виготовлення деталей, що працюють в умовах контактного навантаження:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Чавун С4 20 |
| 2 | Сталь У 11 |
| 3 | Бронза ОНФ |
| 4 | Сталь 20 Х |
| 5 | Сталь 3 |
| 6 | Сталь 10 |
| 7 | Сталь 18ХГТ |
| 8 | АЛ2 алюміній |
| 9 | Д16 дюраль |
| 10 | ПТ-3 текстоліт |

Правильна відповідь:2, 4, 7.

19. Розмір ділянки при контакті двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | db = |
| Б | db = |
| В | db = 1,4 |
| Г | db =1,5 |

Правильна відповідь: В.

20. Розмір ділянки при контакті двох циліндрів визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | в = 0,5 (σв – σт) |
| Б | в = 1,5 |
| В | в = |
| Г | в = 1,8 |

Правильна відповідь: Б.

1. Найбільше використовуваними ступенями точності у машинобудуванні є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| 5, 6, 9 | 6, 7, 8 | 1, 2, 3 | 10, 11, 12 |

Правильна відповідь: б.

1. Коефіцієнт жорсткості технічної системи визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б.

1. Розставити залежності відповідно до визначення їхніх параметрів:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – коефіцієнт жорсткості | 1 |  |
| Б – податливість системи μ | 2 |  |
| В – коефіцієнт жорсткості (кручення) | 3 |  |
| Г – коефіцієнт жорсткості (згин) | 4 |  |

Правильна відповідь: А – 2; Б – 3; В – 4; Г – 1.

1. Жорсткість – це здатність системи…?

Правильна відповідь: зберігати форму.

1. Коефіцієнт жорсткості залежить від наступних факторів:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г | д | е |
| момент згину | модуль пружності | крутний момент | момент інерції | кутова швидкість | довжина деталі |

Правильна відповідь: б, г, е.

26. Значення максимального тиску у зоні контакту двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Pmax = |
| Б | Pmax = 1,6 |
| В | Pmax = 14 |
| Г | Pmax = 1,5 |

Правильна відповідь: Г.

27. Причиною відставання веденої ланки при контакті двох циліндрів є ….. :

|  |  |
| --- | --- |
| А | Періодичне видовження та стиск |
| Б | Періодичний стиск та розтяг |
| В | Періодичні напруження кручення та зсуву |
| Г | Періодичний стиск та кручення |

Правильна відповідь: Б

28. Питому масу машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | g = |
| Б | g = |
| В | g = 1,3 |
| Г | g = 20 |

Правильна відповідь: А.

29. Питому металоємність машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | ν = 0,1 |
| Б | ν = + + …. |
| В | ν = |
| Г | ν = + + …. |

Правильна відповідь: Б.

30. Умова рівномірності полягає у тому, що …..

|  |  |
| --- | --- |
| А | Перерізи деталей мають однакову площу |
| Б | Напруження зтиску в одному з перерізів однакові |
| В | Напруження розтягу у більшості перерізів однакові |
| Г | Напруження у кожному перерізі деталі однакові |

Правильна відповідь: Г.

**Варіант № 4**

1. Значення максимального тиску у зоні контакту двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Pmax = |
| Б | Pmax = 1,6 |
| В | Pmax = 14 |
| Г | Pmax = 1,5 |

Правильна відповідь: Г.

2. Причиною відставання веденої ланки при контакті двох циліндрів є ….. :

|  |  |
| --- | --- |
| А | Періодичне видовження та стиск |
| Б | Періодичний стиск та розтяг |
| В | Періодичні напруження кручення та зсуву |
| Г | Періодичний стиск та кручення |

Правильна відповідь: Б

3. Питому масу машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | g = |
| Б | g = |
| В | g = 1,3 |
| Г | g = 20 |

Правильна відповідь: А.

4. Питому металоємність машини оцінюють за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | ν = 0,1 |
| Б | ν = + + …. |
| В | ν = |
| Г | ν = + + …. |

Правильна відповідь: Б.

5. Умова рівномірності полягає у тому, що …..

|  |  |
| --- | --- |
| А | Перерізи деталей мають однакову площу |
| Б | Напруження зтиску в одному з перерізів однакові |
| В | Напруження розтягу у більшості перерізів однакові |
| Г | Напруження у кожному перерізі деталі однакові |

Правильна відповідь: Г.

1. Допустимі напруження при симетричному знакозмінному циклі зміни напружень, визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

1. Основним видом руйнування зубів відкритих зубчастих передач є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| Зминання | Зріз | Злам | Згин |

Правильна відповідь: в

1. Основним видом руйнування зубів закритих зубчастих передач є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| Викришування поверхні | Зминання | Абразивне зношування | Зріз |

Правильна відповідь: а

1. Розставити у відповідності до елементів наведені умови міцності:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – закрита циліндрична передача | 1 |  |
| Б – відкрита циліндрична передача | 2 |  |
| В – гладкий барабан | 3 |  |
| Г – ланцюгова передача | 4 |  |

Правильна відповідь: А – 2, Б – 3, В – 4, Г – 1.

1. Які з перерахованих умов міцності валів відносять до відповідного виду розрахунку вала?

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| А – розрахунок на витривалість | 1 |  |
| Б – орієнтовний розрахунок | 2 |  |
| В – розрахунок за еквівалентним моментом | 3 |  |

Правильна відповідь: А – 3, Б – 1, В – 2.

11. Метод Шимека полягає у визначенні залежності параметрів сталі:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Границі зрізу τзр від кількості циліндрів навантаження N = 105 |
| Б | Напружень згину σзг від діючого моменту Мзг |
| В | Границі міцності σв від границі текучості σт |
| Г | Границі витривалості σ-1 від границі міцності σв |

Правильна відповідь: Г.

12. Метод Френча полягає в розробці методики дослідження на витривалість зразків сталі із застосуванням попередньої їхньої обробки, яка полягає у наступному:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Надрізання зразків на глибину h = 0,5 мм |
| Б | Недовантаження зразків на 1,5 σв |
| В | Перевантаження зразків на 15% відносно σт |
| Г | Перевантаження зразків 1,5 σ-1 при N = 104 |

Правильна відповідь: Г.

13. Які матеріали використовують для виготовлення деталей, що працюють в умовах контактного навантаження:

|  |  |
| --- | --- |
| 1 | Чавун С4 20 |
| 2 | Сталь У 11 |
| 3 | Бронза ОНФ |
| 4 | Сталь 20 Х |
| 5 | Сталь 3 |
| 6 | Сталь 10 |
| 7 | Сталь 18ХГТ |
| 8 | АЛ2 алюміній |
| 9 | Д16 дюраль |
| 10 | ПТ-3 текстоліт |

Правильна відповідь:2, 4, 7.

14. Розмір ділянки при контакті двох сфер визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | db = |
| Б | db = |
| В | db = 1,4 |
| Г | db =1,5 |

Правильна відповідь: В.

15. Розмір ділянки при контакті двох циліндрів визначають за залежністю:

|  |  |
| --- | --- |
| А | в = 0,5 (σв – σт) |
| Б | в = 1,5 |
| В | в = |
| Г | в = 1,8 |

Правильна відповідь: Б.

1. Які критерії відносять до терміну «Точність» зубчастих передач?

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | Термін роботи | д | Поверхня контакту |
| б | Плавність роботи | е | Паралельність осей |
| в | Якість робочої поверхні | ж | Бічний зазор |
| г | Кінематична точність | з | Розрахунковий крок зачеплення |

Правильна відповідь: б, г, д, ж.

1. Показником норми «Кінематична точність» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| осьове зусилля | допуск на радіальне биття | колова сила | допуск на торцеве биття |

Правильна відповідь: б.

1. Показником норми «Плавність роботи» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| коефіцієнт тертя | колова швидкість | граничне відхилення кроку зачеплення | відхилення від форми зубів |

Правильна відповідь: 3.

1. Показником норми «Поверхня контакту» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| допуск на непаралельність осей | допуск на відхилення кроку зачеплення | допустимий тиск | контактні напруження |

Правильна відповідь: а.

1. Показником норми «Бічний зазор» є:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
| максимальний зазор між сусідніми зубами | мінімальний зазор між неробочими поверхнями зубів | зазор між вершинами та западинами зубів | товщина зуба |

Правильна відповідь: б.

21. Границя витривалості – це напруження, при яких кількість циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | N = 1020 |
| Б | Необмежено |
| В | N = 10-15 |
| Г | Обмежено формою та розмірами |
| Д | N = 2,15 \* 105 |

Правильна відповідь: Б

22. За формою, основні види циклів напружень поділяють на:

|  |  |
| --- | --- |
| А | Симетричний |
| Б | Асиметричний |
| В | Амплітудний |
| Г | Стиснутий |
| Д | Від нульовий |
| Е | Одиничний |
| Ж | Складний |

Правильна відповідь: А, Б, Д, Ж.

23. Основними параметрами циклів зміни напружень є:

|  |  |
| --- | --- |
| А | σ-1 - границя витривалості |
| Б | σmax – максимальні напруження циклу |
| В | σт – границя текучості |
| Г | σmin – мінімальні напруження |
| Д | σа – середнє значення напружень |
| Е | τзр – напруження зрізу |
| Ж | ς = |
| З | ςt = |

Правильна відповідь: Б, Г, Д, Ж.

24. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності для сталі визначають за залежністю:

σ-1 = (0,2 … 0,3) σв (1 + …)

Правильна відповідь: (1 + )

25. Співвідношення між границею витривалості σ-1 та границею міцності σв для алюмінію; визначають за залежністю:

σ-1= (………)σв

Правильна відповідь: (0,25 …. 0,50)

1. Міцність – це здатність системи…?

Правильна відповідь: чинити опір руйнуванню.

1. Запас міцності системи визначають за залежністю:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б.

1. Умовна межа текучості це:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | Напруження у зразку, яка викликає у ньому залишкову деформацію 0,2% | в | Напруження у зразку, яка викликає у ньому пружну деформацію 20% |
| б | Напруження у зразку, яка викликає у ньому пластичну деформацію 2,0% | г | Напруження у зразку, яка викликає у ньому залишкову деформацію 0,02 |

Правильна відповідь: а.

1. Податливість системи визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: а

1. Масу деталі визначають за залежністю :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| а | б | в | г |
|  |  |  |  |

Правильна відповідь: б

**6. Методи навчання.**

При викладанні даної дисципліни використовуються словесні, наочні та практичні методи навчання.

**7. Форми контролю.**

при вивченні дисципліни використовуються наступні форми контролю: екзамен, тестування, атестації, контрольні роботи, захист лабораторних робіт.

**8. Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання студента відбувається згідно положення «Про екзамени та заліки у НУБіП України»

від 20.02.2015р. протокол №6 з. табл.1.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Оцінка національна** | **Оцінка ЄКТС** | **Визначення оцінки ЄКТС** | **Рейтинг студента, бали** |
| **Відмінно** | **А** | **ВІДМІННО** – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок | **90-100** |
| **Добре** | **В** | **ДУЖЕ ДОБРЕ** – вище середнього рівня з кількома помилками | **82-89** |
| **С** | **ДОБРЕ** – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок | **74-81** |
| **Задовільно** | **D** | **ЗАДОВІЛЬНО** – непогано, але зі значною кількістю недоліків | **64-73** |
| **E** | **ДОСТАТНЬО** – виконання задовольняє мінімальні критерії | **60-63** |
| **Незадовільно** | **FX** | **НЕЗАДОВІЛЬНО –** потрібно працювати перед тим, як отримати залік (позитивну оцінку) | **35-59** |
| **F** | **НЕЗАДОВІЛЬНО –** необхідна серйозна подальша робота | **01-34** |

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни **RДИС** (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи **RНР**(до 70 балів): **RДИС=RНР+RАТ.**

**9. Методичне забезпечення.**

1. Эрдеди А.А. Техническая механика. – М: Выщая школа, 1991. – 272 с.

2. Цурпал І.А., Пастушенко С.І., Барабан М.П., Швайко В.М. Механіка матеріалів конструкцій. К.Аграрна освіта, 2001 – 272 с.

3. Головач І.В. Основи механіки машин і механізмів. К. 2005. – 295 с.

4.Черниш О.М. Теоретична та прикладна механіка. К. НАУ. 2006. – 228 с.

5. Воробьев Л.Н. Технология машиностроения и ремонт машин. М. Высшая школа, 1981. – 175 с.

6. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. К. – Вища школа, 1993. – 414 с.

7. Чаусов М.Г., Пилипенко А.П. Розрахунки напруженно-деформаційного стану елементів конструкцій машин. К. ПП Лисенко М.М. 2010. – 152 с.

8. Рибалко В.М., Матухно Н.В., Сердюченко Ю.Ю. Механіка конструкцій технічних систем. конспект К. НУБіПУ. 2012. – 94 с.

9. Рибалко В.М., Матухно Н.В., Сердюченко Ю.Ю. Робочий зошит лабораторних робіт з дисципліни «Механіка конструкцій технічних систем». К. НУБіПУ. 2012. – 66 с.

**10. Рекомендована література.**

**Базова**

1. Цурпал І.А., Пастушенко С.І., Барабан М.П., Швайко В.М. Механіка матеріалів конструкцій машин. К.Агзарна освіта, 2001 – 272 с.

2. Драбин Д.П. Контурозвенность кинематических цепей. Суми, 2005. – 260с.

3. Руденко П.О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні. К. – Вища школа, 1993. – 414 с.

4. Окопний Ю.А., Радин В.П., Чирков В.П. Механика материалов и конструкций. М.: Машиностроение, 2001. – 408 с.

5. Благонадежин В.Л., Окопный Ю.А., Чирков В.М. Механика материалов и конструкций. М. Машиностроение, 1990. – 312 с.

6. Шапалов Л.А. Моделирование в задачах механики элементов конструкций. М. Машиностроение, 1990. -288 с.

**Допоміжна**

1. Артоболевский И.И. Механизмы в современной технике. Справочник. М. Машиностроение. 1976. – 340 с.

2. Куцоконь В. А., Шевченко-Грабовский Н.В. Расчет статических моментов и мертвих ходов в кинеметических целях точных механизмов. Справочник. Л. - 1968. – 406 с.

3. Решетов Д.Н. Роботоспособность и надежность деталей машин. М. 1974. – 286 с.

4. Бирчев А.И. Проблемы механики твердого деформируемого тела. Л. Судостроение. 1970. – 282 с.

5. Кочаев В.П. Определение надёжности механических систем по условию прочности. М. Знание. 1986. вып. 1,2 – 48 с.

6. Прочность материалов и констукций. Сборник статей. К. Наукова думка. 1985. – 384 с.

7. Черепанов Г.П. Механика хрупкого разрушения. М. Наука, 1994. – 640 с.

8. Сиргсян А.Е. Строительная механика. Механика инженерных конструкций, М.: Вышая школа, 2004. – 426 с.