

# ПРОГРАМА

вступних іспитів до аспірантури

за спеціальністю 133 – «Галузеве машинобудування»

## ОПИС ОСНОВНИХ РОЗДІЛІВ

### РОЗДІЛ 1. ПЕРЕДАЧІ

У цьому розділі розглядаються основні типи механічних передач, що використовуються в машинобудуванні, їх призначення та класифікація, основні кінематичні та силові співвідношення в передачах, галузь їх застосування, порівняльні характеристики, конструкції та основи розрахунку передач. Фрикційні передачі і варіатори, їх конструкції та матеріали, умови їх працездатності та розрахунок. Пасові передачі, призначення та область застосування, конструкції та розрахунок пасових передач. Зубчасті передачі, загальні відомості та конструкції, основні параметри зубчастого зачеплення, сили, що діють в зубчастому зачепленні, розрахунок прямозубих циліндричних передач на контактну витривалість та витривалість зубів при згині, косозубі шевронні передачі, сили, що діють в косозубому зачепленні, основні геометричні параметри та розрахунок косозубої циліндричної передачі, конічні зубчасті передачі, еквівалентне зубчасте зачеплення, сили, що діють в конічному зубчастому зачепленні та розрахунок. Черв'ячні передачі, загальні відомості та особливості черв'ячного зачеплення, сили, що діють в черв'ячному зачепленні та розрахунок черв'ячної передачі. Ланцюгові передачі, конструкції та розрахунок ланцюгових передач.

### РОЗДІЛ 2. ВАЛИ, ПІДШИПНИКИ, МУФТИ

У цьому розділі розглядаються питання стосовно валів, підшипників та муфт, а саме: конструкції осей і валів, матеріали, напруження, що виникають при роботі осей і валів, розрахунок валів на статичну міцність (на кручення та згин), на опір утоми, на жорсткість. Опори валів та осей, загальні відомості, підшипники ковзання та кочення, розрахунок підшипників ковзання та кочення, вибір та перевірка працездатності підшипників кочення. Муфти їх класифікація, конструкції та призначення

муфт, вибір та перевірка працездатності муфт, особливості розрахунку фрикційних муфт.

### РОЗДІЛ 3. З'ЄДНАННЯ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

У цьому розділі розглядаються основні типи з'єднань деталей машин, що використовуються в машинобудуванні. Наведено область застосування, порівняльні характеристики, конструкції з'єднань – заклепкових, зварних, паяних, клейових, з'єднань з гарантованим натягом, різьбових, клинових, штифтових, шпонкових та шліцьових. Розрахунок міцних заклепкових швів, міцних зварних з'єднань, розрахунок різьбових з'єднань (різьбові з'єднання навантажені осьовою силою; різьбові з'єднання, навантажені осьовою силою та крутним моментом; різьбові з'єднання, навантажені поперечною силою), вибір та перевірка ненапружених шпонкових з'єднань, вибір та перевірка працездатності шліцьових з'єднань, розрахунок з'єднання деталей з натягом.

### РОЗДІЛ 4. ДИНАМІКА. АНАЛІТИЧНА МЕХАНІКА

У цьому розділі розглядаються питання динамічне зрівноваження мас, які рухаються, загальне рівняння динаміки, узагальнені координати та узагальненні сили, рівняння Лагранжа 2-го роду, динаміка тіла змінної маси. Кінематичний аналіз механізмів. Завдання та методи кінематичного аналізу. Метод планів положень, швидкостей та прискорень. Метод аналітичного дослідження (метод замкнутого контуру) для дослідження параметрів чотириланкових механізмів. Синтез важільних механізмів. Умови існування кривошипу. Загальні методи синтезу. Синтез шарнірного чотириланкового механізму по заданих положеннях вхідної і вихідної ланок. Вільні незгасальні коливання (без демпфування), вимушені коливання (без демпфування) (перехідний процес, сталий режим), вільні (згасальні) коливання з в'язким опором (з демпфуванням), вільні згасальні коливання при  $p < r$ , вільні коливання з в'язким опором при  $p < r$ , вільні коливання з в'язким опором при  $p = r$ , вимушені коливання з в'язким опором, вимушені коливання із в'язким опором при  $p < r$

#### ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ (загальна частина)

1. Передачі. Загальні відомості про передачі.
2. Загальні кінематичні та силові співвідношення в передачах.
3. Фрикційні передачі. Загальні відомості.

4. Фрикційні варіатори швидкості. Призначення варіаторів. Схеми та принцип дії фрикційних варіаторів.

5. Основи розрахунку фрикційних передач. Умова працездатності фрикційної передачі. Знаходження необхідної сили притиску робочих тіл фрикційної передачі.

6. Розрахунок циліндричної фрикційної передачі з металевими котками.

7. Розрахунок циліндричної фрикційної передачі з неметалічними котками.

8. Розрахунок циліндричної фрикційної передачі з комбінованими котками.

9. Пасові передачі. Загальні відомості. Види та призначення пасових передач.

10. Кінематика пасової передачі.

11. Зусилля в вітках паса, що виникають під час роботи пасової передачі.

12. Криві ковзання паса та їх використання при розрахунках пасової передачі.

13. Розрахунок плоскопасової передачі.

14. Розрахунок клинопасової передачі.

15. Зубчасті передачі. Загальні відомості про зубчасті передачі. Види зубчастих передач.

16. Циліндричні зубчасті передачі. Конструкції циліндричних зубчастих передач.

17. Сили, що діють в циліндричному прямозубому зачепленні.

18. Розрахунок циліндричної прямозубої передачі на контактну витривалість зубів (розрахунок

закритих циліндричних прямозубих передач).

19. Розрахунок циліндричної прямозубої передачі на витривалість зуба при згині (розрахунок

відкритих циліндричних прямозубих передач).

20. Косозубі та шевронні зубчасті передачі. Конструкції та галузь застосування.

21. Сили, що діють в косозубому циліндричному зачепленні.
22. Розрахунок косозубих циліндричних передач.
23. Поняття про зубчасті передачі з зачепленням М.Л.Новикова.
24. Конічні зубчасті передачі. Загальні відомості.
25. Сили, що діють в конічному зубчастому зачепленні.
26. Розрахунок конічної зубчастої передачі.
27. Черв'ячні передачі. Загальні відомості. Конструкції та призначення.
28. Геометрія та кінематика черв'ячної передачі.
29. Сили, що діють в черв'ячному зачепленні.
30. Розрахунок черв'ячної передачі.
31. Ланцюгові передачі. Загальні відомості. Конструкції та призначення.
32. Розрахунок ланцюгових передач.
33. Вали та осі. Загальні відомості. Конструкції та призначення.
34. Цапфи валів та осей. Конструкції та розрахунок.
35. Розрахунок валів та осей.
36. Опори валів та осей. Загальні відомості.
37. Підшипники ковзання. Конструкції та елементи розрахунку.
38. Підшипники кочення. Конструкції та вибір.
39. Муфти. Загальні відомості про муфти.
40. Глухі муфти. Конструкції та елементи розрахунку.
41. Рухомі муфти. Конструкції та елементи розрахунку.
42. Зчіпні муфти. Конструкції та елементи розрахунку.
43. Запобіжні муфти. Конструкції та елементи розрахунку.
44. З'єднання деталей машин. Загальні відомості про з'єднання.

45. Класифікація з'єднань деталей машин.
46. Конструкції з'єднань деталей машин.
47. Нероз'ємні з'єднання. Загальні відомості. 48. Заклепкові з'єднання. Область застосування, конструкції та технологія виготовлення.
49. Міцність елементів заклепкового з'єднання.
50. Розрахунок міцного заклепкового з'єднання.
51. Зварні з'єднання. Загальні відомості. Види зварних з'єднань і типи.
52. Розрахунок зварних з'єднань.
53. Паяні та клейові з'єднання. Загальні відомості. Конструкції. Розрахунок.
54. З'єднання з гарантованим натягом. Загальні відомості. Конструкції.
55. Основи розрахунку з'єднань з гарантованим натягом.
56. Роз'ємні з'єднання. Загальні відомості. Класифікація.
57. Різьбові з'єднання. Загальні відомості. Класифікація різьбових з'єднань.
58. Утворення різьби. Параметри різьби. Види різьб.
59. Силкові співвідношення в різьбі. Момент тертя в різьбі.
60. Розрахунок різьбових з'єднань.
61. Клемові з'єднання. Загальні відомості. Конструкції. Розрахунок.
62. Клинові та штифтові з'єднання. Загальні відомості. Конструкції. Розрахунок.
63. Шпонкові з'єднання. Загальні відомості.
64. Конструкції ненапружених шпонкових з'єднань.
65. Конструкції напружених шпонкових з'єднань.
66. Вибір та перевірка міцності ненапружених шпонкових з'єднань (розрахунок ненапружених шпонкових з'єднань).
67. Шліцьові (зубчасті) з'єднання. Загальні відомості.

68. Конструкції та розрахунок шліцьових з'єднань.

69. Безшпонкові з'єднання. Загальні відомості. Конструкції.

70. Записати формулу для визначення приведеного до головного вала моменту інерції кривошипно-коромислового механізму. Пояснити що таке перша передаточна функція і друга передаточні функції механізму і чим вони відрізняються від аналога швидкостей і аналога прискорень.

71. Записати рівняння руху повзунно-кривошипного механізму, використовуючи рівняння Лагранжа 2-го роду.

72. Власна і вимушена частота коливання механічних систем. Фізичний зміст резонансу.

73. Визначити приведений до головного вала моменту інерції двокоромислового механізму. Пояснити що таке перша передаточна функція і друга передаточні функції механізму і чим вони відрізняються від аналога швидкостей і аналога прискорень.

74. Записати рівняння Лагранжа 2-роду в загальному вигляді і вивести рівняння динаміки для кривошипно-коромислового механізму. Навести його рішення для режиму вільного руху механізму при нульових початкових умовах  $\varphi(0) = 1$  і  $\dot{\varphi}(0) = 0$  для консервативної динамічної моделі механізму.

75. Записати формулу для визначення приведеного до головного вала моменту інерції кривошипно-повзунного механізму. Пояснити що таке перша передаточна функція і друга передаточні функції механізму і чим вони відрізняються від аналога швидкостей і аналога прискорень.

76. Одномасова динамічна дисипативна модель з силовим збудженням для узагальненої координати  $\varphi$  – кута повороту приведеного моменту інерції ланок механізму.

77. Рівняння Лагранжа 2-го роду на прикладі кривошипно-повзунного механізму. Ведуча ланка – кривошип.

78. Основні складові деформацій матеріалів легкої промисловості при одноциклових навантаженнях/розвантаженнях зовнішніми силами.

79. Механічна модель Маквелла матеріалів легкої промисловості

80. Механічна модель Кельвина-Фойхта матеріалів легкої промисловості

81. Розв'язок рівняння вільного руху одномасової динамічної моделі  $m\ddot{x} + k\dot{x} + cx = 0$  для  $\delta > p$ .

82. Розв'язок рівняння вільного руху одномасової динамічної моделі  $m\ddot{x} + k\dot{x} + cx = 0$  для  $\delta = p$ .

83. Розв'язок рівняння вільного руху одномасової динамічної моделі  $m\ddot{x} + k\dot{x} + cx = 0$  для  $\delta < p$ .

84. Типові закономірності (графіки) деформації матеріалів легкої промисловості при розтягу і стиску робочими органами технологічних машин.

85. Методи метричного синтезу важільних механізмів технологічних машин.

86. Алгоритм геометричного методу синтезу кінематичних схем типового кривошипно-коромислового механізму за двома заданими положеннями ведучої і веденої ланок і заданому закону руху веденої ланки.

87. Алгебраїчні методи синтезу кінематичних схем типових цільових механізмів технологічних машин.

88. Оптимізаційні методи синтезу механізмів машин.

89. Методи аналітичної кінематики для математичного моделювання кінематичних схем важільних механізмів.

90. Визначення функцій положення, швидкостей і прискорень типових механізмів методом векторних багатокутників.

91. Визначення функцій положення методом подоби на прикладі двоповодкової групи Асура з обертальними кінематичними парами.

92. Визначення функцій положення, швидкостей і прискорень типового кривошипно-коромислового механізму методом векторних перетворень.

93. Визначення приведенного до головного вала моменту від сил інерції і крутного моменту за результатами кінематичного аналізу механізму.

94. Визначення реакцій в кінематичних парах типових механізмів методом кінетостатики на прикладі двоповодкової групи Асура з обертальними кінематичними парами.

95. Скласти рівняння Лагранжа 2-го роду для типового кривошипно-повзунного механізму для одномасової динамічної моделі з узагальненою координатою  $\varphi$  – кутом повороту головного вала. Ведуча ланка – кривошип.

96. Написати аналітичний розв'язок рівняння динаміки вільного руху п одно масово дисипативної моделі при згасальних коливаннях. Узагальненою координатою є кут  $\varphi$  повороту приведеної маси  $I^*$ .

97. Скласти рівняння Лагранжа 2-го роду для типового кривошипно-коромислового механізму для одномасової динамічної моделі з узагальненою координатою  $y$  – переміщенням повзуна. Ведуча ланка – повзун.

98. Написати аналітичний розв'язок рівняння динаміки вільного руху п одно масово консервативної динамічної моделі при коливаннях. Узагальненню координатою є переміщення  $x$  приведеної маси  $m^*$ .

99. Скласти рівняння Лагранжа 2-го роду для типового кулісного механізму для одномасової динамічної моделі з узагальненою координатою  $\varphi$  – кутом повороту головного вала. Ведуча ланка – кривошип.

100. Виконати аналітичним методом приведення моменту інерції ланок для типового кулісного механізму до головного вала. Ведуча ланка – кривошип. Дати пояснення чим відрізняються перша і друга передаточні функції важільних механізмів від аналога швидкості і аналога прискорень.

101. Пояснити складові загальної деформації згідно з типовою діаграмою «деформація-напруження» при одноцикловому навантаженні/ розвантаженні матеріалів легкої промисловості.

102. Чим відрізняються структура і розрахункові схеми консервативних і дисипативних динамічних моделей машин із зосередженими маса-інерційними параметрами?

#### ОРІЄНТОВАНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ (Спеціальні питання)

1. Деталі з торцевими, циліндричними і криволінійними робочими поверхнями.
2. Шліфування торців циліндричних деталей.
3. Методи шліфування циліндричних поверхонь.



4. Шліфування криволінійних поверхонь.
5. Потенціал схрещування осей і шляхи його реалізації.
6. Загальна 3D модель формоутворюючих систем шліфувальних верстатів.
7. Загальна 3D модель поверхонь шліфувальних кругів .
8. 3D моделювання оброблюваних поверхонь при шліфуванні зі схрещеними осями кругів і деталей .
9. Модульне 3D геометричне моделювання.
10. Загальна модель продуктивності шліфування.
11. Визначення зносу орієнтованого інструмента.
12. Геометричне моделювання похибки шліфування поверхонь.
13. 3D моделювання зняття припуску, формотворення і профілювання круга при шліфуванні торців зі схрещуваними осями.
14. Продуктивність одночасного шліфування двох торців.
15. Потужність двостороннього шліфування торців.
16. Визначення температури на торцях під час шліфування.
17. Безцентрове повздожнє шліфування зі стабілізацією положення вісі обертання циліндричних деталей.
18. 3D моделювання точності безцентрального повздожнього шліфування з змінним положенням осі деталі.
19. 3D моделювання точності формотворення при шліфуванні новим методом.
20. Точність шліфування з урахуванням похибки правки кругів.
21. Безцентрове шліфування сферичних поверхонь зі стабілізацією положення їх центрів.
22. Теплонапруженість торців голок.
23. Шліфування голчастої поверхні торцем круга.
24. Визначення похибки формотворення циліндричної голчастої поверхні.

25. 3D моделювання профілювання круга, зняття припуску і формотворення при шліфуванні зовнішніх торових поверхонь.
26. Шліфування методом копіювання поверхонь обертання з профілем у вигляді дуги кола на верстатах з ЧПК.
27. Абразивне шліфування внутрішніх торових поверхонь.
28. Шліфування торових поверхонь з керованим кутом схрещування осей круга і деталі.
29. Чорнове і чистове шліфування випуклих торових поверхонь.
30. Профілювання абразивного круга на верстатах з ЧПК.
31. 3D моделювання шліфування зовнішніх гвинтових поверхонь.
32. Тривимірне моделювання шліфування внутрішньої гвинтової канавки гайки кочення.
33. 3D моделювання безцентрового шліфування торової поверхні.
34. 3D моделювання глибинного шліфування поверхні обертання.
35. 3D моделювання швидкісного і глибинного шліфування криволінійних поверхонь на верстатах з ЧПК.
36. Шліфування випуклих криволінійних поверхонь обертання охоплюючим інструментом.
37. Шліфування ввігнутих і випуклих криволінійних поверхонь на верстатах з ЧПК одним інструментом.
38. 3D моделювання шліфування кільцевого жолоба змінного профілю.
39. Модульне 3D моделювання безцентрового врізного шліфування криволінійних поверхонь обертання.
40. Устаткування для експериментального дослідження шліфування торців.
41. Експериментальне дослідження шліфувальних торців зі схрещеними осями.
42. Дослідження зносу профілю шліфувального круга.
43. Шліфування голчастих поверхонь в виробничих умовах.

44. Обробка неповних сферичних поверхонь охоплюваним комбінованим інструментом.

45. Устаткування для шліфування торових, гвинтових та криволінійних поверхонь.

## КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗАВДАНЬ

Критерії оцінювання виконаних завдань достатньо обґрунтовані і враховують повноту і правильність виконання завдань. Оцінювання завдання відбувається за шкалою ECTS.

Оцінка	Вимоги до оцінки
«А» 90-100 балів (Відмінно)	виставляється у випадку, якщо вступник виконав завдання повністю і правильно, правильно вирішив задачу в загальному вигляді, правильно підставив числові значення і виконав розрахунки, виклав матеріал на папері логічно, послідовно з дотриманням вимог ЄСКД, продемонструвавши при цьому творчу розумову діяльність.
«В» 82-89 балів (Дуже добре)	виставляється у випадку, якщо вступник правильно вирішив задачу в загальному вигляді, правильно підставив числові значення і виконав розрахунки, виклав матеріал на папері логічно, послідовно, продемонструвавши при цьому творчу розумову діяльність, але при викладенні матеріалу допустив незначні порушення вимог ЄСКД.
«С» 75-81 балів (Добре)	виставляється у випадку, якщо вступник правильно вирішив задачу в загальному вигляді, правильно підставив числові значення і виконав розрахунки, виклав матеріал на папері логічно, послідовно, але при викладенні матеріалу допустив незначні порушення вимог ЄСКД.
«D» 66-74 балів (Задовільно)	виставляється у випадку, якщо вступник правильно вирішив задачу в загальному вигляді та виклав матеріал на папері логічно і послідовно, але неправильно підставив числові дані, або допустив помилку в розрахунках, або при викладенні матеріалу допустив значні порушення вимог ЄСКД.
«E» 60-65 балів (Достатньо)	виставляється у випадку, якщо вступник вирішив задачу в загальному вигляді з невеликими помилками та виклав матеріал на папері не досить логічно і послідовно, неправильно підставив числові дані, або допустив помилку в розрахунках, або при викладенні матеріалу допустив значні порушення вимог ЄСКД.
«FX» 0-59 балів (Незадовільно)	виставляється у випадку, якщо вступник виконав завдання неправильно.

## ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В -3х т. – М.: Машиностроение, 1982.
2. Гузенков П.Г. Детали машин. – М.: Высшая школа, 1986.
3. Детали машин. Атлас конструкций / Под ред. Д.П.Решетова. – М.: Машиностроение, 1979.
4. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Курсовое проектирование деталей машин. М.: Машиностроение, 1984.
5. Заблонський К.І. Деталі машин. – Одеса: АстроПринт, 1999.
6. Иванов М.Н. Детали машин. – М.: Высшая школа, 2000.
7. Иванов М.Н., Иванов В.Н. Детали машин. Курсовое проектирование. – М.: Высшая школа, 1975.
8. Курмаз Л.В., Скойбеда А.Т. Детали машин. Проектирование: Справочное учебно-методическое пособие. – М.: Высшая школа, 2004. – 309 с.
9. Марон Ф.Л., Кузьмин А.В. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск: Высшейшая школа, 1978.
11. Писаренко Г.С., Яковлев А.П., Матвеев В.В. Справочник по сопротивлению материалов. – К.: Наукова думка, 1975, 704 с.
12. Тополиди и др. Справочник по расчету и проектированию транспортирующих устройств предприятий текстильной и легкой промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность.1983
13. Устиненко В.Л., Киркач Н.Ф. Основы проектирования деталей машин. Харьков: Высшая школа, 1983.
14. Хом'як О.М., Ловейкіна С.О. З'єднання деталей машин. – К.: КНУТД, 2002.
15. Хом'як О.М., Піпа Б.Ф., Ловейкіна С.О. Вали, підшипники, муфти. – К.: КНУТД, 2004.
16. Хом'як О.М., Піпа Б.Ф. Передачі. – К.: КНУТД, 2003.
17. Цехнович Л.И., Петриченко И.П. Атлас конструкцій редукторов. – К.: Высшая школа, 1979.

18. Чернавский С.А. и др. Курсовое проектирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1979.
19. Чернавский С.А. и др. Проектирование механических передач. – М.: Машиностроение, 1984.
20. Чернин И.М., Кузьмин А.В., Ицкович Г.М. Расчеты деталей машин. – Минск: Высшая школа, 1978.
21. Чернин И.М., Кузьмин Л.В., Ицкович Г.М. Расчеты деталей машин. – Минск: Высшая школа, 1978.
22. Эрлих В.Д. Подъемно-транспортные устройства в легкой промышленности (справочник).– М.: Легкая и пищевая промышленность, 1982.
23. Павловський М.А. Теоретична механіка. Підручник. К: Техніка, 2002.
24. Яблонский А.А., Никифорова В.М. Курс теоретической механики. Ч.1.2-М., «Высшая школа» 1977.
25. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. –М.: Наука, 1986.
26. Артоболевский И.И., Теория механизмов и машин, М.: Наука, 1998.
27. Чернілевський Д.В., Кіницький Я.Т. та інші, Основи ТММ, Київ 1992.
28. Левитский Н.И., Теория механизмов и машин, М.: Наука, 1990.
29. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. Главная редакция физико-математической литературы издательства «Наука», 1967.
30. Грабченко А.И., Кальченко В.И., Шлифование со скрещивающимися осями інструмента и детали (Монографія). – Чернігов: ЧГТУ, 2009 – 356 с.
31. Абразивная и алмазная обработка материалов. Справочник /Под ред. А.Н. Резникова. М, Машиностроение, 1997, 392 с.
32. Байкалов А.К., Введение в теорию шлифования материалов. – К.: Наукова думка, 1978. - 207 с.
33. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Венжега В.І. Торцеве шліфування зі схрещеними осями інструмента і деталі (Монографія). – Чернігів: ЧДТУ, 2013. – 326 с.

34. Кальченко В.І., Кальченко В.В., Кальченко Д.В. Математичне 3D модулювання процесу круглого шліфування зі схрещеними осями інструменту та деталі (Монографія). – Чернігів: ЧДТУ, 2014. – 326 с.

35. Грабченко А.І., Кальченко В.І., Кальченко В.В. Шлифование со скрещивающимися осями инструмента и детали. Издание 2-е, дополненное. (Монография). – Чернигов: ЧНТУ, 2015. – 504 с.

36. Решетов Д.Н., Портман В.Т. Точность металлорежущих станков. – М.: Машиностроение, 1986. – 336 с.