

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор КНУТД
д.е.н., проф. Іван ГРИЩЕНКО

«13 лютого» 2023 р.

ПРОГРАМА ФАХОВОГО ІСПИТУ

на здобуття освітнього ступеня магістра

зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування

за освітньою програмою «Індустріальна інженерія»

РЕКОМЕНДОВАНО

Вченою радою факультету
мехатроніки та комп'ютерних
технологій
від 13 лютого 2023 р.
Протокол № 5

Володимир ПАВЛЕНКО



РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО

на засіданні кафедри
механічної інженерії

від 13 лютого 2023 р.
Протокол № 5

Олексій ВОЛЯНИК



Київ 2023

ВСТУП

Метою фахового іспиту є комплексна перевірка знань осіб, які бажають продовжити навчання для здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності 133 Галузеве машинобудування за освітньою програмою Індустріальна інженерія на базі отриманого освітнього ступеня бакалавра за спорідненими спеціальностями (напрямами підготовки), або отриманого ОКР спеціаліста.

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні та професійно-орієнтовані вміння та знання щодо узагальненого об'єкта праці і здатність вирішувати типові професійні завдання, передбачені для відповідного рівня.

Фаховий іспит це комплексне завдання, яке складено на основі вимог до знань та вмінь бакалаврів за спорідненими спеціальностями (напрямами підготовки) та базується на навчальному матеріалі фундаментальних та загально-інженерних дисциплін таких, як: математика; фізика; рисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка; теоретична механіка; опір матеріалів; теорія механізмів і машин; деталі машин; технологія конструкційних матеріалів та матеріалознавство; технологічні основи машинобудування, що сприяють одержанню та вдосконаленню практичних навичок і логічного мислення вступників механіків.

Комплексні завдання, що входять до складу фахового іспиту мають формалізовані завдання рівнозначної складності. Вирішення кожного завдання вимагає від вступника не репродуктивної а творчої розумової діяльності. Всі завдання є комплексними, мають професійне спрямування та повністю відповідають освітнім програмам бакалаврів за спорідненими спеціальностями (напрямами підготовки). Принцип комплексності реалізується шляхом введення в кожний варіант не спеціальних завдань за окремими дисциплінами, а завдань, які вимагають від вступника застосовувати інтегровані знання фахових дисциплін.

Важливе значення має самостійна робота вступника з навчальним матеріалом в процесі підготовки до фахового іспиту. З метою полегшення вивчення та підготовки до фахового іспиту у програмі наведено перелік літератури і питання для самоперевірки з наведених дисциплін.

Програма фахового іспиту містить:

- перелік основних розділів з їх коротким змістом;
- орієнтовний перелік питань, за допомогою яких можна підготуватися до фахового іспиту;
- структуру екзаменаційного білету;
- критерії оцінювання відповідей (за шкалою ECTS);
- літературні джерела.

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 і 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 втоми, 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

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 плоскпасової 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. Силіві 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 приведенного 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 приведенного 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 φ – кута повороту приведенного 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 φ – кутом повороту головного вала. Ведуча ланка – кривошип.
96. Написати аналітичний розв'язок рівняння динаміки вільного руху одномасової дисипативної моделі при згасальних коливаннях. Узагальненою координатою є кут φ 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 одномасової 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 φ – 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?

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДЕЙ

Екзаменаційні білети складаються на базі наведених вище питань.

Екзаменаційний білет складається з 4 задач.

Кожна задача оцінюється за шкалою оцінювання (1 задача максимально – 100 балів; 2 та 3 задачі максимально – по 25 балів; 4 задача максимально – 50 балів).

Отримані бали підсумовуються.

Оцінювання здійснюється за 200-бальною шкалою.

Конкретний приклад екзаменаційного білету наведено у додатку.

Шкала оцінювання задачі

| Шкала оцінювання задачі | | | Критерії оцінювання |
|-------------------------|----|-----|--|
| 25 | 50 | 100 | Правильний розв'язок задачі з повним викладенням порядку розв'язку та глибокою обґрунтованістю висновків за результатами розрахунків |
| 20 | 40 | 80 | Правильний розв'язок задачі з неповним викладенням порядку розв'язку або недостатньо глибокою обґрунтованістю висновків за результатами розрахунків |
| 15 | 30 | 60 | Неповне викладення порядку розв'язку задачі, наявні незначні арифметичні помилки, недостатньо обґрунтовані висновки за результатами розрахунків |
| 10 | 20 | 40 | Розв'язок задачі з допущенням кількох арифметичних помилок і неповним викладенням порядку розв'язку, відсутність висновків за результатами розрахунків |
| 5 | 10 | 20 | Частковий розв'язок задачі з неправильним обґрунтуванням порядку розв'язку |
| 0 | 0 | 0 | Завдання не розв'язано або розв'язано не вірно |

Іспит вважається витриманим, якщо вступник отримав не менше **100 балів**. При цьому у відомості ставиться відповідна оцінка за шкалою ECTS, що відповідає набраній вступником кількості балів.

Відповідність шкал оцінок якості засвоєння навчального матеріалу

| Оцінка за національною шкалою | відмінно | добре | | задовільно | | незадовільно |
|-------------------------------|----------|----------|----------|------------|----------|--------------|
| Оцінка в балах | 180-200 | 160-179 | 150-159 | 120-149 | 100-119 | 0-99 |
| Оцінка за шкалою ECTS | A | B | C | D | E | F |

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Barmina, N., & Trubachev, E. (Eds.). (2021). Gears in Design, Production and Education. Mechanisms and Machine Science.
2. Tan, J. (Ed.). (2022). Advances in Mechanical Design. Mechanisms and Machine Science.
3. Yaghoubi, M., & Tavakoli, H. (2022). Mechanical Design of Machine Elements by Graphical Methods. Materials Forming, Machining and Tribology.
4. Березін Л.М. Технічна механіка. Розділ 2. Теорія машин та механізмів / Л.М. Березін, С.О. Кошель, Г.В. Кошель. – К.: Видавнича книго-торгівельна компанія "Центр навчальної літератури". – К.: - 2020. - 167с.
5. Березін Л.М., Кошель С.О. Теоретична механіка: навчальний посібник для студ. вищ. навч. закл. – К.: КНУТД, 2019 – 232 с
6. Борозенець Г.М. Деталі машин : навчальний посібник / Г.М. Борозенець, В.М. Павлов, І.В. Семак. – К. : Кондор, 2021. – 220 с.
7. Гідроприводи та гідропневмоавтоматика. Підручник./ В.О. Федорець, М.Н. Педченко, В.Б.Струтинський та ін.-К.: Вища шк., 1995.-463с.
8. Кірієнко О.А. Теорія механізмів і машин: навчальний посібник для студентів ВНЗ / О.А.Кірієнко ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. техн. ун-т України «Київ. політехн. ін.-т». – К. : НТУУ «КПІ», 2013. – 232 с.
9. Орловський Б. В. Мехатроніка в галузевому машинобудуванні : навч. посіб. / Б. В. Орловський. – Київ : КНУТД, 2018. – 416 с.
10. Павловський М.А. Теоретична механіка. Підручник. К: Техніка, 2002.
11. Піпа Б.Ф. Деталі машин / Б.Ф. Піпа, О.М. Хомяк, А.І. Марченко. – К.: КНУТД, 2011. – 358 с.
12. Сідашенко О.І Ремонт машин та обладнання : підручник / Сідашенко О.І. та ін.]. ; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К. : Агроосвіта, 2019. – 665 с.
13. Тарасенко А.І. Піпа Б.Ф. Підйомно-транспортні пристрої (навчальний посібник). – К.: КНУТД, 2008. – 250 с.
14. Хом'як О.М., Піпа Б.Ф, Ловейкіна С.О. Вали, підшипники, муфти. – К.: КНУТД, 2004.
15. Хом'як О.М., Піпа Б.Ф. Передачі. – К.: КНУТД, 2003.
16. Хомяк О.М., Піпа Б.Ф. Передачі : навч. посіб. / О.М. Хомяк, Б.Ф. Піпа. – К.: КНУТД, 2003. – 167 с.
17. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів [Текст] : підручник / В. І. Шваб'юк. - Київ: Знання, 2016. - 407 с.

СТРУКТУРА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО БІЛЕТУ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ДИЗАЙНУ
КАФЕДРА МЕХАНІЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ

ЗАТВЕРДЖУЮ
Ректор КНУТД
д.е.н., проф. Іван ГРИЦЕНКО

« _____ » _____ 2023 р..

ЗАВДАННЯ ДЛЯ ФАХОВОГО ІСПИТУ
для здобуття освітнього ступеня магістра зі спеціальності 133 Галузеве
машинобудування за освітньою програмою Індустріальна інженерія

ВАРІАНТ № XX

1. Скласти схему та виконати кінематичний та силовий аналіз привода технологічної машини, який складається з електродвигуна, двоступеневого конічно-циліндричного редуктора та клинопасової передачі, якщо відомі частота обертання вала електродвигуна n_1 , та потужність, яку він розвіває при роботі привода P_1 , а також передаточне число та коефіцієнт корисної дії клинопасової передачі ($U_{кп}, \eta_{кп}$) та коефіцієнт корисної дії ступенів редуктора (η_1, η_2) та кількість зубців коліс редуктора (z_1, z_2, z_3, z_4).
2. Визначити діаметр веденого шківа клинопасової передачі по п. 1, якщо відомі діаметр ведучого шківа (d_1), та коефіцієнт відносного ковзання (ε).
3. Визначити діаметри валів привода по п. 1 з розрахунку на кручення, якщо відомо, що вали виготовлено зі сталі 45 (допустиме напруження на кручення – $[\tau]$).
4. Одномасова динамічна дисипативна модель з силовим збудженням для узагальненої координати φ – кута повороту приведенного моменту інерції ланок механізму.

Затверджено на засіданні кафедри
механічної інженерії

Протокол № 5 від «13» лютого 2023 року

Завідувач кафедри механічної інженерії _____ Олексій ВОЛЯНИК