

Міністерство освіти і науки України
Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

**ДЕТАЛІ МАШИН, ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ
І ОСНОВИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи
для підготовки к екзамену
з дисципліни «Деталі машин»**

**для студентів механічних спеціальностей
заочної форми навчання**

Краматорськ
ДДМА
2019

Деталі машин, теорія механізмів і основи взаємозамінності : методичні вказівки до самостійної роботи для підготовки к екзамену з дисципліни «Деталі машин» для студентів механічних спеціальностей заочної форми навчання / уклад. : С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ : ДДМА, 2019. – 14 с.

Методична розробка призначена для допомоги студентам заочного відділення при самостійному вивченні дисципліни «Деталі машин» для здачі екзамену.

Дані вказівки містять: перелік питань для підготовки до екзамену, посилання на методичні розробки кафедри, у яких докладно освітлені ці питання, структуру й приклад білету до екзамену, приклад відповіді та критерії оцінки.

Укладачі:

С. Г. Карнаух, доц.;
М. Г. Таровик, асист.

Відп. за випуск

С. Г. Карнаух, доц.

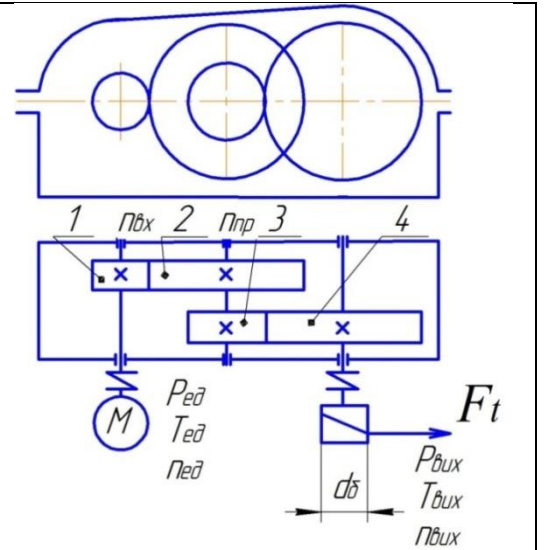
ВСТУП

Методичні вказівки призначені для самостійної підготовки студентів заочної форми навчання технічних спеціальностей до складання екзамену з дисципліни «Деталі машин, теорія механізмів і основи взаємозамінності». Дані вказівки містять: перелік питань для підготовки до екзамену, посилання на методичні розробки кафедри, у яких докладно освітлені ці питання, структуру й приклад білету до екзамену, приклад відповіді та критерії оцінки.

1 ПРИКЛАД БІЛЕТУ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ РОБОТИ

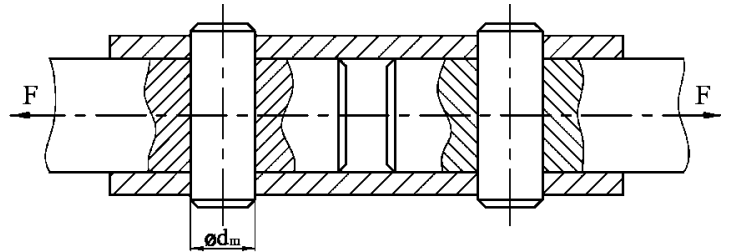
Задача 1 (30 балів)

Сила натягу каната на барабані лебідки $F_t = 1255 \text{ Н}$, діаметр барабана $d_6 = 400 \text{ мм}$, частота обертання барабана $n_6 = 152 \text{ хв}^{-1}$, передаточне число редуктора $U = 6,3$, ККД лебідки $\eta = 0,85$. Розрахуйте частоту обертання вала електродвигуна, крутний момент і потужність на його валу.



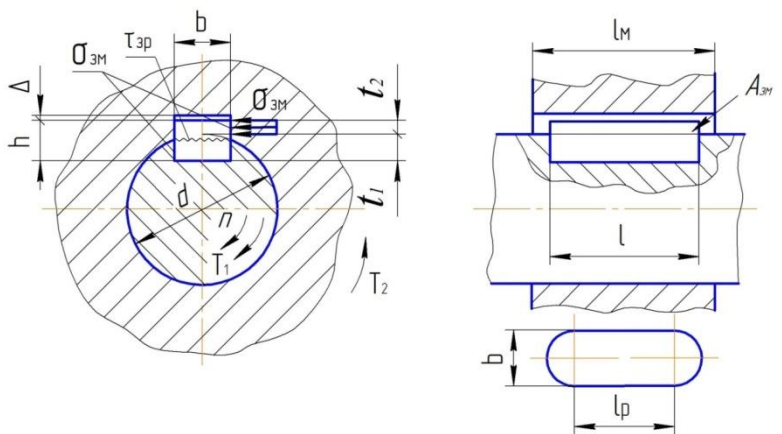
Задача 2 (30 балів)

Циліндричний штифт діаметром $d_{ш} = 10 \text{ мм}$ кріпить тягу у вушку. На тягу діє поздовжня сила $F = 5 \text{ кН}$. Розрахуйте напруження, що виникають у штифті, і зробіть висновок про придатність деталі, якщо допустимі напруження зрізу для матеріалу штифта $[\tau]_{зр} = 80 \text{ МПа}$.



Задача 3 (40 балів)

Зубчасте колесо встановлене на валу діаметром $d = 40 \text{ мм}$ за допомогою призматичної шпонки з перетином $b \times h = 12 \times 8 \text{ мм}$ (глибина шпонкового паза на валу $t_1 = 5 \text{ мм}$) з'єднання передає крутний момент $T = 380 \text{ Н} \cdot \text{м}$. Визначити мінімальну довжину призматичної шпонки l , необхідну для передачі такого моменту, якщо допустимі напруження змиання матеріалу шпонки $[\sigma]_{зм} = 180 \text{ МПа}$. Виконання шпонки А(І).



2 ПРИКЛАД

розв'язання білета

Для розв'язання задач необхідно скористатися теоретичним матеріалом, який представлений у таких методичних роботах:

1. Донбаська державна машинобудівна академія [Електронний ресурс] : платформа дистанційної освіти ДДМА. – Режим доступу: <http://moodle.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=3>.

2. Донбаська державна машинобудівна академія [Електронний ресурс] : методичне забезпечення кафедри ОПМ. – Режим доступу: <http://www.dgma.donetsk.ua/metodicheskoe-obespechenie-opm.html>.

3. Карнаух С.Г. Деталі машин: конспект лекцій з дисципліни «Деталі машин». / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – 244 с.

4. Карнаух С.Г. Деталі машин : Збірник задач (для студентів механічних спеціальностей). Частина 1 / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 57 с.

5. Примеры решения задач по дисциплине «Деталы машин» для студентов механических специальностей. Ч. 1 / сост. Л. П. Филимошкина. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 20 с.

ЗАДАЧА 1

<p>Дано:</p> <p>$F_t = 1255 \text{ Н}$</p> <p>$d_{\delta} = 400 \text{ мм}$</p> <p>$n_{\delta} = 152 \text{ хв}^{-1}$</p> <p>$U = 6,3$</p> <p>$\eta = 0,85$</p> <hr/> <p>$n_{ед}, T_{ед}, P_{ед}$</p>	
---	--

Розв'язання

1. Крутний момент на барабані розрахуємо по формулі

$$T_{\delta} = \frac{F_t \cdot d_{\delta}}{2} = \frac{1255 \times 400}{2 \times 10^3} = 251 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

2. Потужність на барабані дорівнює

$$P_{\delta} = \frac{T_{\delta} n_{\delta}}{9550} = \frac{251 \times 152}{9550} \cong 4 \text{ кВт}.$$

3. Загальне передаточне число редуктора визначається по формулі

$$U = \frac{n_{\text{вх}}}{n_{\text{вих}}} = \frac{T_{\text{вих}}}{T_{\text{вх}} \eta}.$$

4. Звідси знайдемо:

- частоту обертання вала електродвигуна

$$n_{\text{ед}} = n_{\delta} U = 152 \times 6,3 \cong 958 \text{ хв}^{-1},$$

- крутний момент на валу електродвигуна

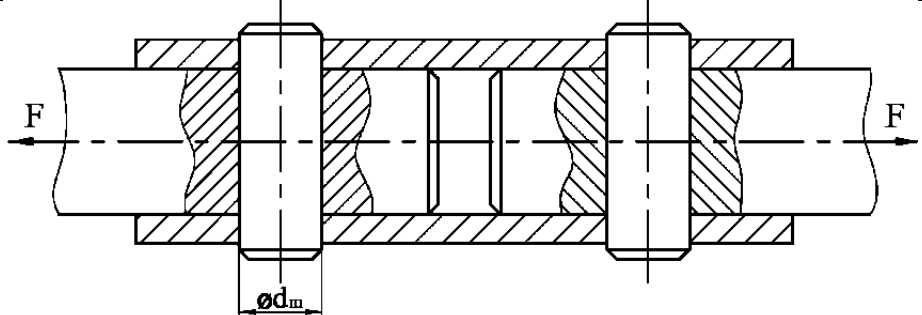
$$T_{\text{ед}} = \frac{T_{\delta}}{U \eta} = \frac{251}{6,3 \times 0,85} \cong 46,9 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

5. Визначимо потужність на валу електродвигуна по формулі

$$P_{\text{ед}} = \frac{T_{\text{ед}} \cdot n_{\text{ед}}}{9550} = \frac{46,9 \times 958}{9550} = 4,7 \text{ кВт}.$$

Відповідь: $n_{\text{ед}} = 958 \text{ хв}^{-1}$, $T_{\text{ед}} = 46,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $P_{\text{ед}} = 4,7 \text{ кВт}$.

ЗАДАЧА 2

<p>Дано:</p> <p>$d_{\text{ш}} = 10 \text{ мм}$</p> <p>$F = 5 \text{ кН}$</p> <p>$[\tau]_{\text{зр}} = 80 \text{ МПа}$</p>	
<p>$\tau_{\text{зр}}$</p>	

Розв'язання

Під дією поздовжньої сили F у тілі штифта виникають напруження зрізу.

При вирішенні цієї задачі необхідно дотримуватися рекомендацій щодо послідовності розрахунку на міцність.

1. Критерієм працездатності (КР) є міцність тіла штифта на зріз.
2. Складаємо умову міцності (РН):

$$\tau_{\text{зр}} \leq [\tau]_{\text{зр}}.$$

$$\tau_{\text{зр}} = \frac{F}{A} \leq [\tau]_{\text{зр}},$$

де F – сила зрізу штифта, Н,

$$A = 2 \times A_{ш} = \frac{2 \times \pi d_{ш}^2}{4} = \frac{\pi d_{ш}^2}{2} - \text{сумарна площа спротиву зрізу, мм}^2.$$

3. При виводі розрахункової формули (РФ), необхідно чітко представляти умови, при яких відбудеться руйнування штифта. Для виводу з'єднання з ладу досить того, щоб був зрізаний один штифт.

Розрахуємо робочі напруження зрізу тіла штифта:

$$\tau_{зр} = \frac{2 \times F}{\pi d_{ш}^2} = \frac{2 \times 5000}{\pi \cdot 10^2} \cong 31,9 \text{ МПа.}$$

Висновок: оскільки $31,9 < 80 \text{ МПа}$, то $\tau_{зр} < [\tau]_{зр}$ – міцність штифта забезпечена.

ЗАДАЧА 3

<p>Дано:</p> <p>$d = 40 \text{ мм}$</p> <p>$b \times h = 12 \times 8 \text{ мм}$</p> <p>$t_1 = 5 \text{ мм}$</p> <p>$T = 380 \text{ Н} \cdot \text{м}$</p> <p>$[\sigma]_{зм} = 180 \text{ МПа}$</p>	
<p>l</p>	

Розв'язання

Під дією крутного моменту T на робочих поверхнях шпонки виникають напруження зминання.

При вирішенні цієї задачі необхідно дотримуватися рекомендацій щодо послідовності розрахунку на міцність.

1. Критерієм працездатності (КР) є міцність шпонки на зминання.
2. Складаємо умову міцності (РН):

$$\sigma_{зм} \leq [\sigma]_{зм}.$$

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A} \leq [\sigma]_{зм},$$

де $F = \frac{2000 \cdot T}{d}$ – сила зминання робочих поверхонь шпонки, Н;

$A = (h - t_1) \times l_p$ – сумарна площа спротиву зрізу, мм^2 ;

h – висота шпонки, мм;

t_1 – глибина шпонкового пазу на валу, мм;

$l_p = l - b$ – робоча довжина шпонки, мм;

l – довжина призматичної шпонки, мм;

b – ширина призматичної шпонки, мм.

3. Запишемо розрахункову формулу (РФ).

$$\sigma_{зм} = \frac{F}{A} = \frac{2000 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_p} \leq [\sigma]_{зм}.$$

4. Звідки знаходимо величину робочої довжини шпонки:

$$\frac{2000 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot l_p} \leq [\sigma]_{зм};$$

$$l_p \geq \frac{2000 \cdot T}{d \cdot (h - t_1) \cdot [\sigma]_{зм}};$$

$$l_p \geq \frac{2000 \cdot 380}{40 \cdot (8 - 5) \cdot 180} \cong 35,2 \text{ мм}.$$

Приймаємо із ряду нормальних розмірів – $l_p \cong 36 \text{ мм}$.

Розраховуємо довжину призматичної шпонки – $l = l_p + b = 36 + 12 = 48 \text{ мм}$.

Відповідь: довжина призматичної шпонки – $l = 48 \text{ мм}$.

3 ПИТАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ДО ЕКЗАМЕНУ

1. Основні вимоги, які висуваються до деталей (вузлів) машин. Критерії працездатності.

2. Міцність деталей. Розрахунок на міцність при різних видах навантаження.

3. Навантаження, що діють на деталі машин.

4. Граничні й допустимі навантаження при статичному навантаженні.

5. Методи оцінки міцності деталей.

6. Передачі в машинобудуванні.

7. Передачі обертового руху. Загальні характеристики передач.

8. Передачі зачепленням. Види зубчастих передач.

9. Передачі прямозубими циліндричними колесами. Основні розмірні характеристики передач.

10. Сили в зачепленні прямозубими циліндричними колесами.

11. Передачі косозубими циліндричними колесами. Розмірні характеристики.

12. Сили в зачепленні косозубих циліндричних коліс.

13. Передачі конічними прямозубими колесами. Розмірні характеристики.

14. Сили в зачепленні прямозубих конічних коліс.

15. Передача руху між перехресними валами. Черв'ячні передачі.

Особливості роботи.

16. Основні розмірні й кінематичні характеристики черв'ячної передачі.

17. Передачі гнучким зв'язком. Переваги і недоліки.

18. Ланцюгові передачі. Види передач. Основні параметри елементів передач.

19. Пасові передачі. Класифікація пасів. Конструкція шківів.

20. Вали й осі.

21. Розрахунки машинних валів. Проектувальний розрахунок.

22. Підшипники. Класифікація підшипників по видах тертя.

23. Підшипники ковзання. Особливості роботи. Розрахунок підшипників ковзання. Матеріали підшипників.

24. Підшипники кочення. Конструкція, розміри, матеріали.

25. Класифікація підшипників кочення.

26. Розрахунки підшипників кочення.

27. Муфти. Призначення. Класифікація.

28. Розрахунок муфт.

29. З'єднання. Класифікація.

30. Шпонкові з'єднання. Призначення й розрахунок.
31. Шліцьові з'єднання. Призначення й розрахунок.
32. Штифтові з'єднання.
33. Різьбові з'єднання.
34. Зварні з'єднання.

4 КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ БІЛЕТА ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ РОБОТИ

№ з/п	Структура білета	Кількість балів
1	Задача	30
2	Задача	30
3	Задача	40
СУМА:		100

Перелік типових помилок і недоліків відповідей, за які знімаються бали та знижується оцінка

№ з/п	Помилка	Кількість балів, що знімається
1	Відсутність розрахункової схеми	до 5
2	Помилки при виконанні схем і креслень	до 2
3	Непослідовне й нелогічне обґрунтоване рішення задач	до 5
4	Відсутні пояснення до написаної формули	до 6
5	Арифметичні помилки	до 5
6	Загальне оформлення контрольної роботи має незадовільний вигляд	до 7

- оцінки «А» (90...100 балів, «відмінно») заслуговує студент, що у повному обсязі розв'язав всі задачі й послідовно обґрунтував свої рішення, супроводжуючи їхніми необхідними схемами й ескізами, продемонстрував, при цьому, вміння й навички застосовувати вивчені в курсі правила й методи розрахунку;

- оцінки «В» (81...89 балів, «добре») заслуговує студент, що правильно й у повному обсязі з мінімальними помилками розв'язав всі задачі. Логічно й послідовно обґрунтував рішення задач із деякими незначними неточностями, супроводжуючи їхніми необхідними схемами й ескізами, продемонстрував, при цьому вміння й навички застосовувати вивчені в курсі правила й методи розрахунку;

- оцінки «С» (75...80 балів, «добре») заслуговує студент, що правильно й у повному обсязі відповів на всі питання білета, аргументував рішення задач,

допустивши при цьому, незначні помилки. Одночасно супроводжував свої рішення схемами і ескізами, демонструючи при цьому, уміння й навички застосовувати вивчені в курсі правила й методи розрахунку;

- оцінки «Д» (65...74 бала, «задовільно») заслуговує студент, що в основному правильно й у достатньому обсязі відповів на питання білету. При цьому не повною мірою й не завжди послідовно й логічно аргументував рішення задач, допустив помилки при виконанні схем і креслень, а застосування вивчених у курсі правил і методик розрахунку викликало деякі труднощі;

- оцінки «Е» (55...64 бала, «задовільно») заслуговує студент, що у мінімально допустимому обсязі відповів на питання білету. При цьому не повною мірою й не завжди послідовно й логічно аргументував рішення задач, допустив помилки при виконанні схем і ескізів, а застосування вивчених у курсі правил і методик розрахунку викликало значні труднощі;

- оцінки «FХ» (30...54 бала, «незадовільно») заслуговує студент, що при відповіді на питання білету допустив помилки, вирішені задачі вимагали незначної доробки й обґрунтування більшості рішень, рішення завдань не супроводжувалося схемами й ескізами, застосування вивчених у курсі правил і методик розрахунку викликало значні труднощі;

- оцінки «F» (1...29 балів, «незадовільно») заслуговує студент, що при відповіді на питання білету допустив принципові помилки. Виконав рішення завдань без достатнього обґрунтування більшості рішень, без дотримання логічної послідовності, при цьому, як правило, у нього відсутні спроби аналізувати конкретні рішення на основі використання правил і методик, вивчених у курсі.

Оцінка за екзамен для студентів заочного відділення складається із двох частин:

1. Оцінка контрольної роботи (КР), яка виконується у системі Moodle (коефіцієнт вагомості – 0,40) – 0 ... 100 балів.

2. Оцінка за екзаменаційну роботу (ПЧЕ) (коефіцієнт вагомості – 0,60) – 0 ... 100 балів.

Загальна оцінка розраховується по формулі:

$$ОЦІНКА(0...100) = 0,4 \times КР(0...100) + 0,6 \times ПЧЕ(0...100).$$

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

с короткою анотацією до неї

1. Карнаух С.Г. Деталі машин: конспект лекцій з дисципліни «Деталі машин». / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ: ДДМА, 2017. – 244 с.

У конспекті лекцій викладені основи розрахунку й конструювання деталей машин загального призначення і їхніх з'єднань. У конспект лекцій включений довідковий матеріал в обмеженій кількості, необхідному для ілюстрації теоретичних розрахунків. Рекомендується для студентів очної й заочної форм навчання механічних спеціальностей.

2. Деталі машин : методичні вказівки до самостійної роботи для студентів механічних спеціальностей усіх форм навчання / уклад. : С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ : ДДМА, 2017. – 62 с.

Дані методичні вказівки призначені для допомоги студентам при самостійному вивченні дисципліни «Деталі машин». По кожній темі занять, як лекцій, так і практичних, дано посилання на літературу, сформульований перелік контрольних питань.

3. Примеры решения задач по дисциплине «Деталы машин» для студентов механических специальностей. Ч. 1 / сост. Л. П. Филимошкина. – Краматорск: ДГМА, 2008. – 20 с.

Дано приклади рішення задач по наступних темах: розрахунок робочих і допустимих напружень, розрахунок механічних передач: прямозубих циліндричних, косозубих циліндричних і шевронних, прямозубих конічних, черв'ячних, пасових і ланцюгових.

4. Карнаух С.Г. Деталі машин : Збірник задач (для студентів механічних спеціальностей). Частина 1 / С. Г. Карнаух, М. Г. Таровик. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 57 с.

5. Збірник задач по дисципліні «Деталі машин» для студентів механічних спеціальностей. Ч. 3 / Укл. С. Г. Карнаух, А. В. Чумаченко. – Краматорськ: ДДМА, 2011. – 36 с.

6. Донбаська державна машинобудівна академія [Електронний ресурс] : платформа дистанційної освіти ДДМА. – Режим доступу: <http://moodle.dgma.donetsk.ua/course/view.php?id=3>.

7. Донбаська державна машинобудівна академія [Електронний ресурс] : методичне забезпечення кафедри ОПМ. – Режим доступу: <http://www.dgma.donetsk.ua/metodicheskoe-obespechenie-opm.html>.

Навчальне видання

**ДЕТАЛІ МАШИН, ТЕОРІЯ МЕХАНІЗМІВ
І ОСНОВИ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи
для підготовки к екзамену
з дисципліни «Деталі машин»
для студентів механічних спеціальностей
заочної форми навчання**

Укладачі: КАРНАУХ Сергій Григорович,
 ТАРОВИК Микола Георгійович.

За авторським редагуванням

36/2016. Формат 60 x 84/16. Ум. друк. арк. 0,6.
Обл.–вид. арк. 1,1. Тираж пр. Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003