

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур I-й, варіант I (кількість балів – 100)

Завдання 1,а Шпонка вихідного (тихохідного) вала ($d=80$ мм – діаметр вала; $l_p=78$ мм – робоча довжина шпонки; $t_2=5,4$ мм – глибина паза в маточині півмуфти) редуктора (рис. 1,а) має робоче напруження змінання, що дорівнює допустимому - 110 МПа. Муфта на валу не наведена.

Перевірити динамічну міцність вхідної ділянки швидкохідного вала ($d=55$ мм, $t_1=6$ мм, $t_2=4,3$ мм, $b=16$ мм, сталь 35 нормалізована, $\sigma_T=270$ МПа, $\sigma_\sigma=510$ МПа). Решту потрібних параметрів взяти із рис. 1,а і довідників (**70 балів**).

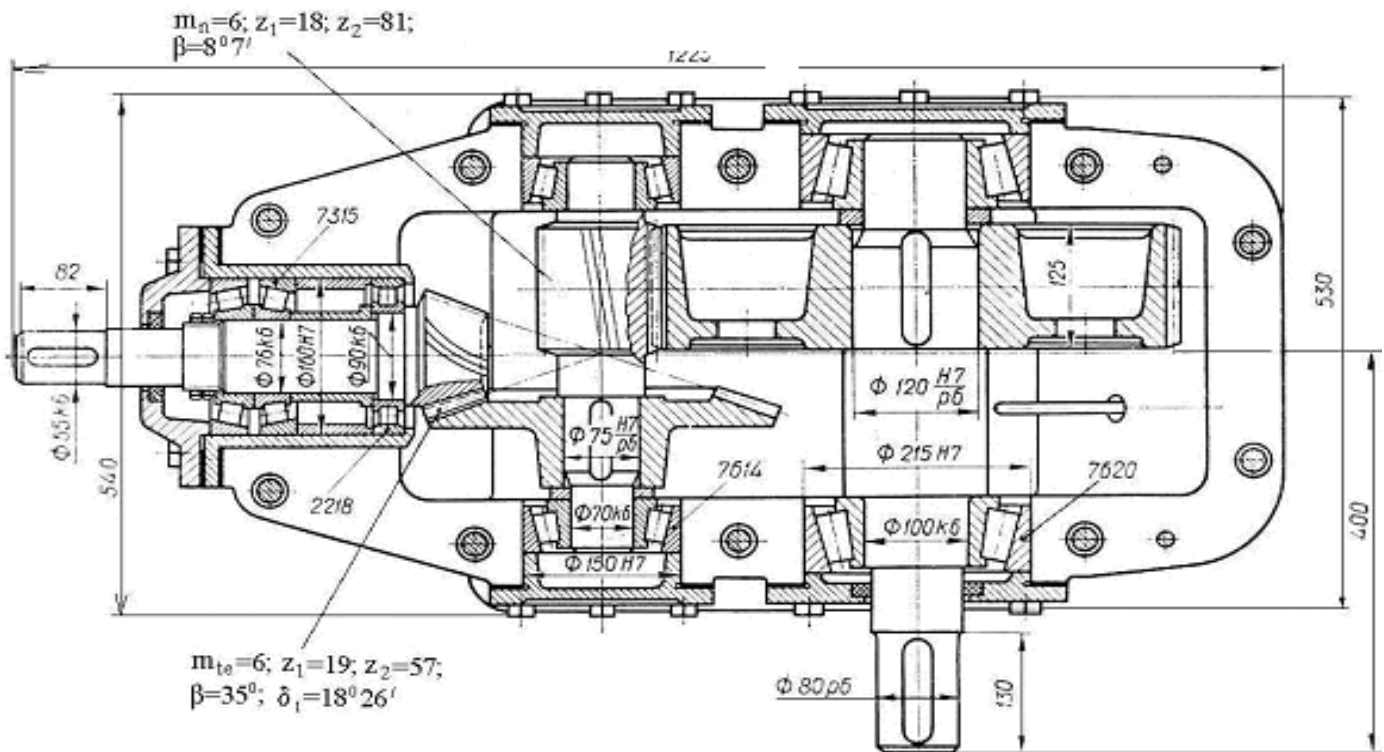


Рис. 1,а. Редуктор циліндричний двоступінчастий (вигляд згори)

Критерій оцінювання розв’язку задач 1,а

1. Відповідно до рис.1,а редуктора розробити його кінематичну схему з нумерацією валів і зубчастих коліс. Визначити передаточні відношення ступенів і загальне передаточне відношення редуктора (**10 балів**);
2. Навести розрахункову схему шпонкового з’єднання з позначенням його розмірів та призначити місця, де і які виникають напруження шпонки (**10 балів**);
3. Визначити крутні моменти в перерізах тихохідного та швидкохідного валів (**20 балів**);
4. Визначити коефіцієнт запасу міцності та довести достатність міцності швидкохідного вала в заданому перерізі і сформулювати висновок (**30 балів**).

Завдання 2,а У разі однакових параметрів, що наведені на рис. 2,а, установити, у якому варіанті I чи II-му болти матимуть більший діаметр і у скільки разів? Осі болтів у варіанті I встановлені на вертикальній площині, а у варіанті II – на горизонтальній. Віддаль між болтами однакова (30 балів).

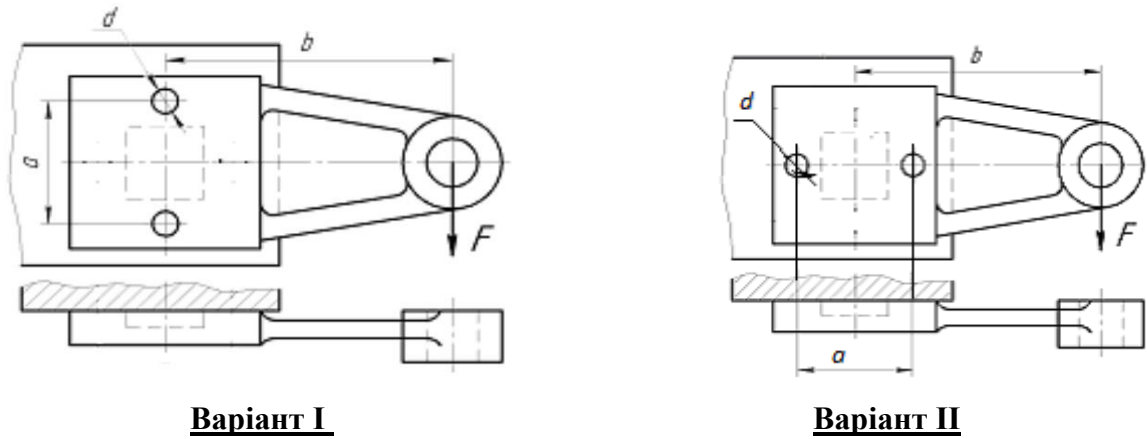


Рис. 2,а. Болтові з'єднання кронштейна з плитою

Критерій оцінювання розв'язку задач 2, а

1. Коротко описати I-й і II-й варіанти заданих схем та звести їх до систем з симетричним навантаженням (10 балів);
2. Визначити найбільш навантажений болт у варіантах I-му і II-му та аналітичний вираз загальної сили, що діє на цей болт (10 балів);
3. Установити величину зовнішнього навантаження на кожний болт у варіантах I - му чи II-му, якщо сила $F = 2$ кН і $a = 0,5b = 0,3$ м? Сформулювати висновок стосовно кращого варіанту (10 балів).

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур I-й, варіант II (кількість балів – 100)

Завдання 1,б. Шпонка вихідного (тихохідного) вала ($d=100$ мм – діаметр вала; $l_p=125$ мм – довжина шпонки; $t_2=6,4$ мм – глибина паза у валі) редуктора (рис. 1,б) має робоче напруження змінання $80,73$ МПа. *Муфта на валу не наведена.*

Перевірити динамічну міцність вхідної ділянки швидкохідного вала ($d=45$ мм, $t_1=5,5$ мм, $t_2=3,8$ мм, $b=14$ мм, сталь 40 нормалізована, $\sigma_T=280$ МПа, $\sigma_s=550$ МПа). Решту потрібних параметрів взяти із рис. 1,б і довідників (**70 балів**).

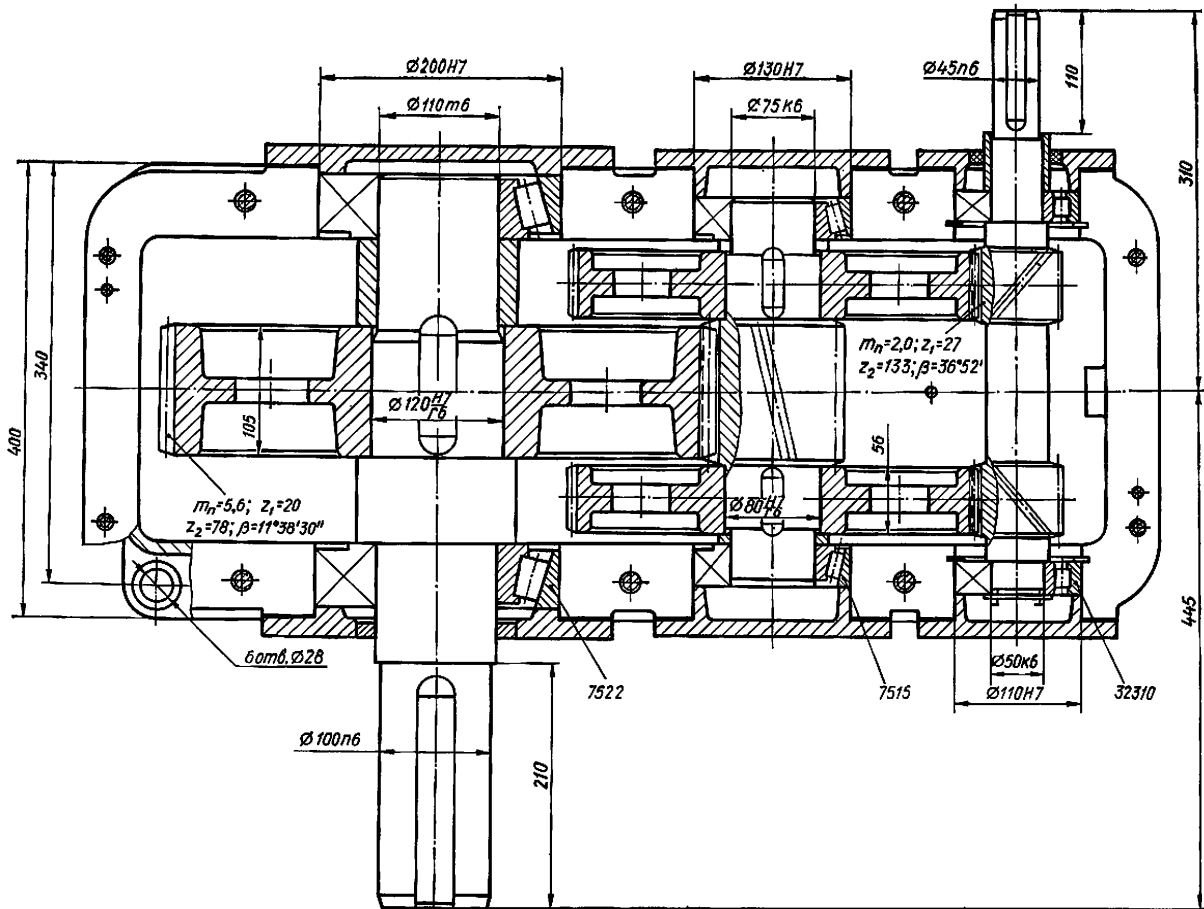


Рис. 1,б. Редуктор циліндричний двоступінчастий (вигляд згори)

Критерій оцінювання розв’язку задач 1, б

1. Відповідно до рис.1,б редуктора розробити його кінематичну схему з нумерацією валів і зубчастих коліс та визначити передаточні відношення ступенів і загальне передаточне відношення редуктора (**10 балів**);
2. Навести розрахункову схему шпонкового з’єднання з позначенням його розмірів та призначити місця, де і які виникають напруження шпонки (**10 балів**);
3. Визначити крутні моменти в перерізах тихохідного та швидкохідного валів (**20 балів**);
4. Визначити коефіцієнт запасу міцності та довести достатність міцності швидкохідного вала в заданому перерізі і сформулювати висновок (**30 балів**).

Завдання 2,б

У разі однакових параметрів клемового з'єднання, що наведені на рис. 2,б, у якому варіанті I чи II-му болти (2 болта у кожному варіанті сталеві Ст3 границя текучості $\sigma_T=235$ МПа, $s = 2$, $f=0,15$) матимуть менший діаметр і у скільки разів? Болти у двох варіантах встановлені з зазором. Зовнішня сила $F = 950$ Н і $a = 10d_b = 0,25$ м, $b = d_b$ – віддаль між осями вала та болтів (навести самостійно) (30 балів).

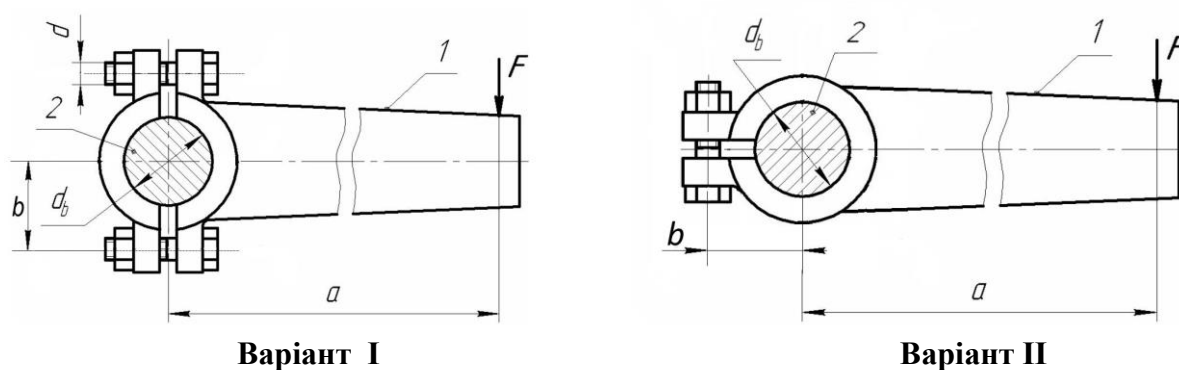


Рис. 2, б. Конструкції клемових з'єднань

Критерій оцінювання розв'язку задач 2,б

1. Коротко описати I-й і II-й варіанти заданих схем та звести їх до систем з симетричним навантаженням (5 балів);
2. Визначити допустиме напруження і діаметр болтів у I-му варіанті (10 балів);
3. Визначити допустиме напруження і діаметр болтів у II-му варіанті (10 балів);
4. Порівняти розміри діаметрів болтів. Сформулювати висновок (5 балів).

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур I-й, варіант III (кількість балів – 100)

Завдання 1,в. До шпонки вхідної ділянки ведучого вала редуктора (рис. 1,в) прикладається рушійна сила $F_{II}=2690$ Н. Визначити величину фактичного коефіцієнту міцності вихідної ділянки веденого (тихохідного) вала, порівняти його з допустимим та зробити висновок. Прийняти напруження матеріалу веденого вала: $\sigma_T=250$ МПа; $\sigma_e=490$ МПа, решта параметрів взяти із рис. 1,в і довідників (70 балів).

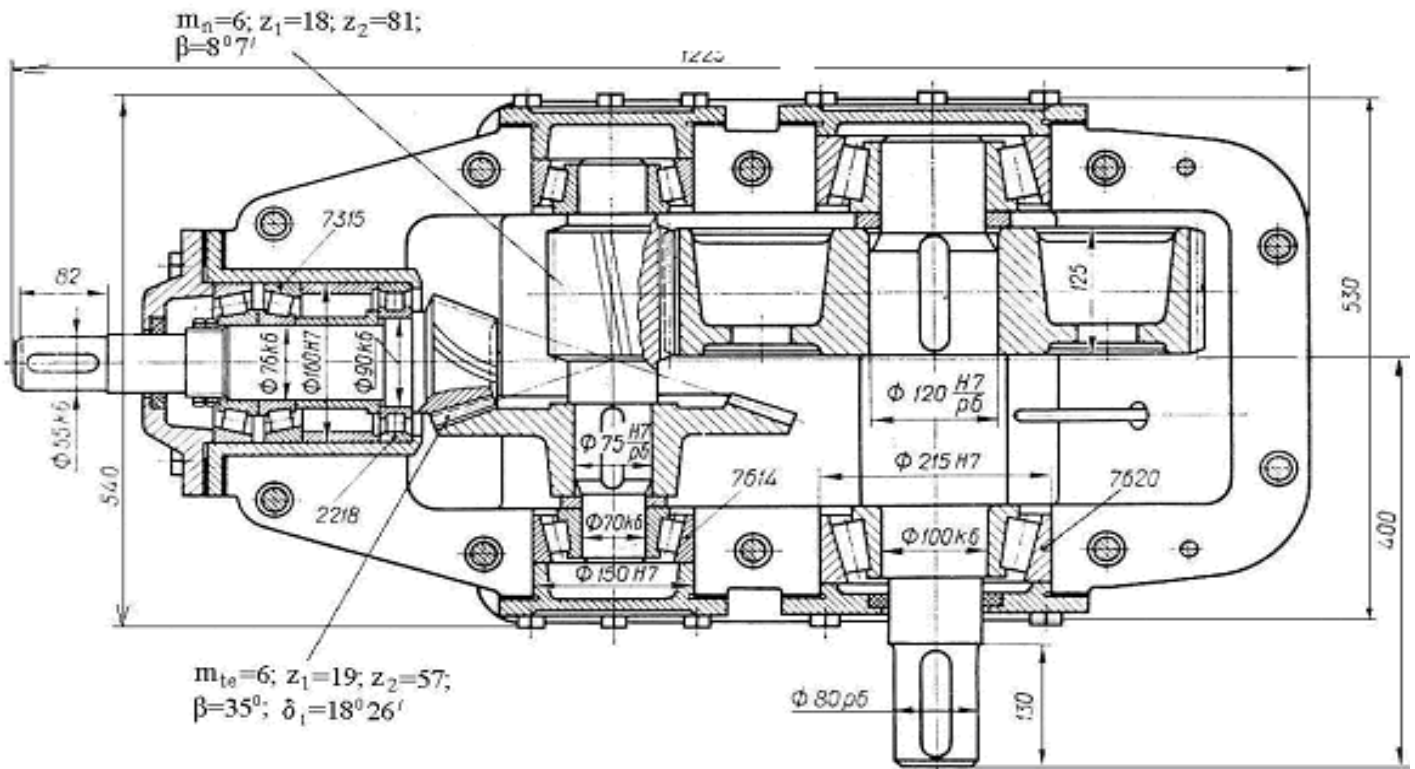


Рис. 1,в. Вид зверху на редуктор конічно-циліндричний

Критерій оцінювання розв’язку задач 1, в

1. Розробити кінематичну схему описаного приводу з введенням нумерації валів і зубчастих коліс (5 балів);
2. Визначити передаточні відношення всіх ступенів та редуктора (10 балів);
3. Визначити обертальні моменти на ведучому та веденому валах (15 балів);
4. Визначити коефіцієнт запасу міцності вихідної ділянки веденого вала. Сформулювати висновок (40 балів).

Завдання 2,в

Визначити співвідношення діаметрів болтів двох варіантів. Шість болтів скріплюють зубчасте колесо з барабаном лебідки (рис.2,в). Сила натягу каната лебідки $Q = 52$ кН, діаметри $D_1 = 0,3$ м і $D_2 = 0,52$ м. Матеріал барабана, зубчастого колеса і болтів – сталь 35. Варіант I – болти поставлено з зазором (рис.2,в), варіант II – болти поставлено без зазору (схему розробити самостійно). Допустимі напруження та потрібні коефіцієнти можна прийняти: $[\sigma]_p = 125,6$ МПа; $[\tau]_{zp} = 75,36$ МПа; $[\sigma]_{zm} = 105$ МПа; $K_{зч} = 1,25$; $\beta = 1,3$; $f = 0,125$ (30 балів).

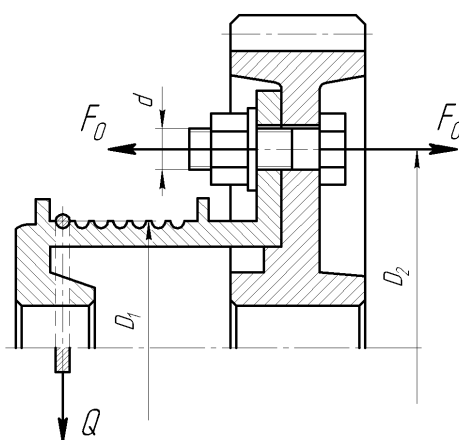


Рис. 2,в. Конструкція болтового з'єднання зубчастого колеса з барабаном (варіант I)

Критерій оцінювання розв'язку задач 2, в

1. Подібно до рис. 2,в навести кресленик для **варіанту II (болти поставлено без зазору)**, записати та обґрунтувати умови міцності, за якими потрібно визначати діаметри болтів I-го і II-го варіантів (5 балів);

2. Записати умову роботи з'єднання для **варіанту I**, визначити силу F_0 та діаметр болтів, що поставлені з зазором (10 балів);

3. Визначити розрахункову силу, діаметр болтів, що поставлені без зазору (**варіант II**) (10 балів);

4. Установити співвідношення між діаметрами болтів двох варіантів і сформулювати висновок (5 балів).

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

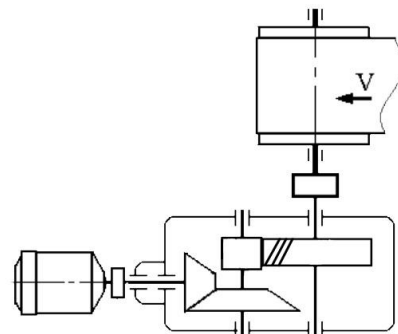
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур II-й, варіант I (кількість балів – 100)

1. Завдання конструкторське (76 балів)

На рисунку наведена кінематична схема привода конвеєра.

Вал електродвигуна і швидкохідний вал редуктора з'єднані пружною муфтою. Тихохідний вал редуктора і барабан конвеєра з'єднані компенсальною муфтою.



Завдання та критерії оцінювання

1.1. Розробити та накреслити за заданими розмірами варіант конструкції складальної одиниці **тихохідного вала**, що установлений на підшипниках, з фрагментом корпусу редуктора і необхідними контактуючими деталями (ущільнювач, кришки, деталі для кріплення півмуфти).

Завдання виконується для випадку, коли діаметр вала під колесом – $d_4 = 63$ мм, підшипники легкої серії, віддаль між шестірнею і колесом та між колесами і внутрішню стінкою корпусу редуктора – $\Delta = 6$ мм. Колеса мають однакову ширину, що дорівнює довжині маточини колеса тихохідного вала. Товщина корпусу – $\delta = 6$ мм. Гвинти кришок підшипників – M8, а болти для з'єднання кришки з корпусом редуктора – M12. Решта розмірів приймається самостійно за рекомендаціями. Осьова сила в зачепленні є більшою ніж 20% від загальної радіальної (30 балів).

1.2. Назначте розміри з посадками всіх спряжених деталей з наведенням їх на кресленику (6 балів).

1.3. Розробити розрахункову схему тихохідного вала з наведенням у загальному вигляді всіх сил (без їх визначення), епюр згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площинах та епюру крутного моменту (20 балів).

1.4. Пояснити методику визначення у загальному вигляді запасу міцності спроектованого вала в небезпечному перерізі (під колесом) (20 балів).

2. Теоретичні завдання на перевірку знань, навиків і компетенцій учасників

Теоретичні запитання для тестування (за 2.1 - 2.12 по 2 бали):

Умова завдання	Можливі відповіді	Відп.
2.1. У яких деталях під навантаженням виникають тільки напруження згину?	1) пас, 2) вісь, 3) вал, 4) всі перераховані	
2.2. Який цикл навантаження наведено на графіку?	1) пульсуючий, 2) асиметричний, 3) статичний, 4) симетричний	
2.3. За якою формулою визначається точне передаточне відношення пасової передачі?	1) $u = d_2/d_1$; 2) $u = d_1/d_2$; 3) $u = d_1(1 - \varepsilon)/d_2$; 4) $u = d_2/d_1(1 - \varepsilon)$	
2.4. Які деталі не розраховуються за напруженнями змінання і зрізу	1) у всіх перерахованих, 2) заклепки, 3) штифти, 4) вали	
2.5. Чи зміняться напруження згину зубців, якщо навантаження на зубчасту передачу зросте в 4 рази:	1) не зміняться; 2) зросте вдвічі; 3) зросте у 4 рази; 4) зросте у 16 разів	
2.6. Який кут профілю метричної нарізи:	1) 15°, 2) 30°, 3) 55°, 4) 60°	
2.7. Маємо два підшипники 205 і 505. Який параметр з перелічених для них є різний ?	1) внутрішній діаметр; 2) зовнішній діаметр; 3) ширина; 4) кількість кульок.	
2.8. Яка передача має найменші габарити при однаковому передаточному числі:	1) ланцюгова, 2) гіпоїдна, 3) зубчаста циліндрична, 4) пасова	
2.9. У механізмах <i>a</i> і <i>б</i> наведено числа зубців коліс. Для якої схеми можна одержати більше передаточне відношення і у скільки разів?	1) передаточне відношення однакове, 2) схема <i>a</i> , у 2 рази, 3) схема <i>б</i> , у 1,2 рази	
2.10. Чому дорівнює кут вклинювання клинових пасів?	1) 40°; 2) 35°; 3) 30°; 4) 20°	
2.11. Кульковий радіальний однорядний підшипник навантажений радіальною силою. Як зміниться довговічність підшипника, якщо розрахункове навантаження зменшити у 2 рази?	1) не зміниться, 2) стане у 8 разів більше, 3) стане у 4 рази більше, 4) стане у 2 рази менше	
2.12. Дві пластини з'єднуються лобовим швом, катет якого дорівнює - <i>K</i> . Як зміниться катет, якщо застосувати два флангові шви, а міцність і загальну довжину швів залишити незмінною:	1) 2 <i>K</i> ; 2) <i>K</i> ; 3) 0,5 <i>K</i> ; 4) <i>K</i> /4	

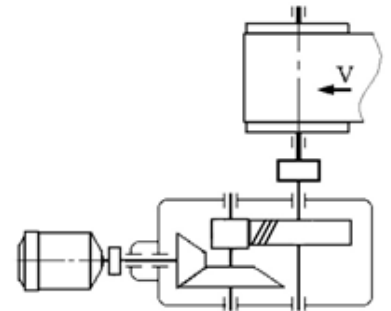
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур II-й, варіант II (кількість балів – 100)

1. Завдання конструкторське (76 балів)

На рисунку наведена кінематична схема привода конвеєра.

Вал електродвигуна і швидкохідний вал редуктора з'єднані пружною муфтою. Тихохідний вал редуктора і барабан конвеєра з'єднані компенсуючою муфтою.



Завдання та критерії оцінювання

1.1. Розробити варіант монтажу **швидкохідного вала**, встановленого на підшипниках, з фрагментом корпусу редуктора і необхідними контактуючими деталями (стакан, ущільнювач, кришка, деталі для кріплення півмуфти) з викреслюванням цієї частини редуктора за заданими розмірами.

Завдання виконується для випадку, коли діаметр вала під шестірнею дорівнює $d_5 = 30$ мм, підшипники кулькові середньої серії, віддаль між шестірнею і стаканом – 6 мм. Віддаль між серединами підшипників – 70 мм. Товщина корпусу – 6 мм. Гвинти кришок підшипників – М6, а болти для з'єднання кришки з корпусом редуктора – М10. Решта розмірів вибрати самостійно за загальноприйнятими рекомендаціями та ДСТУ (30 балів).

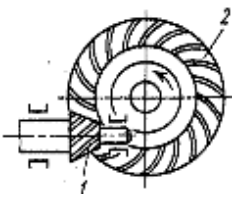
1.2. Навести на кресленику розміри з посадками спряжених деталей (6 балів).

1.3. Розробити розрахункову схему швидкохідного вала з наведенням у загальному вигляді зусиль в зачепленні, реакцій опор та епюр згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площинах; епюру крутного моменту (без визначення чисельних значень) (20 балів).

1.4. Пояснити методику визначення коефіцієнту запасу міцності вхідної ділянки спроектованого вала (20 балів).

2. Теоретичні завдання на перевірку знань, навиків і компетенцій учасників

Теоретичні запитання для тестування (за 2.1 - 2.12 по 2 бали):

Умова завдання	Можливі відповіді	Відп.
2.1. Де має місце більше проковзування паса у пасовій передачі під час перевантажень?	1) на веденому шківі; 2) на ведучому шківі; 3) однакове на ведучому та на веденому; 4) більше на веденому ніж на ведучому.	
2.2. Які є у техніці навантаження?	1) змінні, 2) постійні, 3) ударні, 4) всі перераховані	
2.3. Який кут профілю метричної нарізі?	1) 60° , 2) 30° , 3) 55° , 4) 70°	
2.4. У яких деталях під навантаженні не виникають напруження зминання і зрізу	1) у всіх перерахованих, 2) заклепки, 3) штифти, 4) зубці коліс	
2.5. Електродвигун для приводів машин підбирають за:	1) частотою обертання і моментом, 2) потужністю и частотою обертання, 3) за моментом і кутовою швидкістю	
2.6. Які цикли навантаження є у техніці?	1) пульсуючий, 2) симетричний, 3) асиметричний, 4) всі названі	
2.7. Більш технологічними є з'єднання зі шпонками:	1) клиновими, 2) сегментними, 3) фрикційними, 4) призматичними	
2.8. Яка передача має найменші габарити при однаковому передаточному числі:	1) ланцюгова, 2) гіпоїдна, 3) зубчаста циліндрична, 4) клинопасова	
2.9. Дві пластини з'єднуються лобовим швом, катет якого дорівнює - К. Яким буде катет, якщо застосувати два флангових, а міцність і загальну довжину швів залишити незмінною:	Стане дорівнювати: 1) 2К; 2) К; 3) 0,5К; 4) К/4	
2.10. За якою умовою міцності розраховується суцільний шов контактного зварного з'єднання двох тонких пластин:	1) кручення зі згином; 2) згину; 3) зрізу; 4) розтягу.	
2.11. На рисунку зображена передача, яка?	 1) черв'ячна, 2) гіпоїдна, 3) зубчаста циліндрична, 4) конічна косозуба	
2.12. У яких деталях під навантаженням виникають напруження згину:	1) пас, 2) штифт, 3) шпонка, 4) всі перераховані	

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ „ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА”

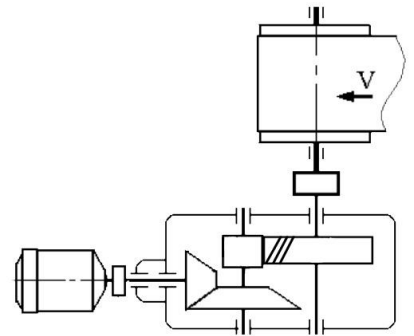
II-й етап Всеукраїнської студентської олімпіади з навчальної дисципліни
„Деталі машин та основи конструювання”

Тур II-й, варіант III (кількість балів – 100)

1. Завдання конструкторське (76 балів)

На рисунку наведена кінематична схема привода конвеєра.

Вал електродвигуна і швидкохідний вал редуктора з'єднані пружною муфтою. Тихохідний вал редуктора і барабан конвеєра з'єднані компенсувальною муфтою.



Завдання та критерії оцінювання

1.1. Розробити та накреслити за заданими розмірами варіант конструкції складальної одиниці **тихохідного вала**, що установлений на підшипниках, з фрагментом корпусу редуктора і необхідними контактуючими деталями (ущільнювач, кришки, деталі для кріплення півмуфти).

Завдання виконується для випадку, коли діаметр вала під колесом – $d_4 = 63$ мм, підшипники легкої серії, віддаль між шестірнею і колесом та між колесами і внутрішню стінкою корпусу редуктора – $\Delta = 6$ мм. Колеса мають однакову ширину, що дорівнює довжині маточини колеса тихохідного вала. Товщина корпусу – $\delta = 6$ мм. Гвинти кришок підшипників – M8, а болти для з'єднання кришки з корпусом редуктора – M12. Решта розмірів приймається самостійно за рекомендаціями. Осьова сила в зачепленні є більшою ніж 20% від загальної радіальної (30 балів).

1.2. Назначте розміри з посадками всіх спряжених деталей з наведенням їх на кресленику (6 балів).

1.3. Розробити розрахункову схему тихохідного вала з наведенням у загальному вигляді всіх сил (без їх визначення), епюр згинальних моментів у вертикальній і горизонтальній площинах та епюру крутного моменту (20 балів).

1.4. Пояснити методику визначення у загальному вигляді запасу міцності спроектованого вала в небезпечному перерізі (під колесом) (20 балів).

2. Теоретичні завдання на перевірку знань, навиків і компетенцій учасників

Теоретичні запитання для тестування (за 2.1 - 2.12 по 2 бали):

Умова завдання	Можливі відповіді	Відп.
2.1. У яких деталях під навантаженням виникають тільки напруження згину?	1) пас, 2) вісь, 3) вал, 4) всі перераховані	
2.2. Який цикл навантаження наведено на графіку?	1) пульсуючий, 2) асиметричний, 3) статичний, 4) симетричний	
2.3. За якою формулою визначається точне передаточне відношення пасової передачі?	1) $u = d_2/d_1$; 2) $u = d_1/d_2$; 3) $u = d_1(1 - \varepsilon)/d_2$; 4) $u = d_2/d_1(1 - \varepsilon)$	
2.4. Які деталі не розраховуються за напруженнями зминання і зрізу	1) у всіх перерахованих, 2) заклепки, 3) штифти, 4) вали	
2.5. Чи зміняться напруження згину зубців, якщо навантаження на зубчасту передачу зросте в 4 рази:	1) не зміняться; 2) зросте вдвічі; 3) зросте у 4 рази; 4) зросте у 16 разів	
2.6. Який кут профілю метричної нарізи:	1) 15°, 2) 30°, 3) 55°, 4) 60°	
2.7. Маємо два підшипники 205 і 505. Який параметр з перелічених для них є різний ?	1) внутрішній діаметр; 2) зовнішній діаметр; 3) ширина; 4) кількість кульок.	
2.8. Яка передача має найменші габарити при однаковому передаточному числі:	1) ланцюгова, 2) гіпоїдна, 3) зубчаста циліндрична, 4) пасова	
2.9. У механізмах <i>a</i> і <i>b</i> наведено числа зубців коліс. Для якої схеми можна одержати більше передаточне відношення і у скільки разів?	1) передаточне відношення однакове, 2) схема <i>a</i> , у 2 рази, 3) схема <i>b</i> , у 1,2 рази	
2.10. Чому дорівнює кут вклинювання клинових пасів?	1) 40°; 2) 35°; 3) 30°; 4) 20°	
2.11. Кульковий радіальний однорядний підшипник навантажений радіальною силою. Як зміниться довговічність підшипника, якщо розрахункове навантаження зменшити у 2 рази?	1) не зміниться, 2) стане у 8 разів більше, 3) стане у 4 рази більше, 4) стане у 2 рази менше	
2.12. Дві пластини з'єднуються лобовим швом, катет якого дорівнює - <i>K</i> . Як зміниться катет, якщо застосувати два флангові шви, а міцність і загальну довжину швів залишити незмінною:	1) 2 <i>K</i> ; 2) <i>K</i> ; 3) 0,5 <i>K</i> ; 4) <i>K</i> /4	