

Міністерство освіти і науки України
Чернігівський промислово-економічний коледж
Київського національного університету технологій та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР
_____ Л. РОСЛАВЕЦЬ
_____ 2018 р.

Методичне забезпечення проведення практичних робіт
з дисципліни Технічна механіка та деталі вузлів засобів
автоматизації для студентів II курсу спеціальності
151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»

Уклав

А. САВЧУК

Розглянуто на засіданні
циклової комісії спеціальних механічних
та загально-технічних дисциплін

Протокол № 1 від 31 08 2018 року

Голова циклової комісії

Т. СЕМЕРНЯ

Інструкція для виконання практичної роботи №1

Тема: Розрахунок реакцій опор балочних систем

1 Мета:

1.1 Набуття навиків розрахунку реакцій двохопорної балки

1.2 Сформувані чітке уявлення про послідовність розв'язку задачі і раціональність вибору рівнянь рівноваги для різних типів балочних систем

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Індивідуальне завдання (схема балки)

2.2 Калькулятор

3 Теоретичні відомості:

В реальних умовах багато тіл знаходяться в рівновазі під дією системи сил, яка розташована довільно на площині. У такому випадку система сил може бути зведеної приведеною до Головного вектора, який прикладений до довільної точки O і пари сил, момент якої дорівнює Головному моменту. Відомо, що коли головний вектор і головний момент системи дорівнюють нулю, то така система знаходиться в рівновазі.

На основі цього можна скласти чотири рівняння рівноваги: два – суми проєкцій всіх сил системи на дві координатні осі $\sum F_{ix} = 0$ і $\sum F_{iy} = 0$ та два – суми моментів всіх сил відносно двох точок: $\sum M_A = 0$ і $\sum M_B = 0$. Для статично визначеної плоскої системи довільних сил слід враховувати раціональність вибору рівнянь рівноваги при визначенні опорних реакцій:

- для двохопорної балки, у якої невідомі реакції розташовані в двох точках, слід складати такі рівняння: $\sum M_A = 0$; $\sum M_B = 0$; $\sum F_{ix} = 0$. Четверте рівняння – використовується для перевірки: $\sum F_{iy} = 0$;
- для балки з жорстким закріпленням, де три невідомі реакції розташовані в одній точці, слід використовувати такі рівняння рівноваги: $\sum F_{ix} = 0$; $\sum F_{iy} = 0$; $\sum M_A = 0$. Рівняння, що не було використане при розв'язанні задачі – є перевірочним: $\sum M_B = 0$.

Дію в'язів на конструкція заміняють їх реакціями. Слід пам'ятати, що шарнірно-нерухома в'язь розкладається на дві силові складові R_x , R_y , шарнірно-рухома – має одну реакцію, яка завжди перпендикулярна поверхні опори катків; для жорсткого закріплення розраховують три реакції – дві силові складові R_x , R_y і реактивний момент M_R .

4 Хід роботи: Згідно з варіантом завдання (таблиця 1.1) виконати наступне:

4.1 Визначити тіло, рівновагу якого слід визначити (таблиця 1.2)

4.2 Звільнити тіло від в'язів, замінив їх відповідними реакціями

4.3 Обрати осі координат і точки, відносно яких визначаються моменти сил

4.4 Скласти рівняння рівноваги плоскої довільної системи сил.

4.5 Визначити невідомі величини сил. Якщо в результаті розв'язання питома реакція отримана з від'ємним знаком – то напрямок реакції необхідно замінити на протилежний (модуль сили при цьому остається незмінним).

4.6 Перевірку провести таким рівнянням рівноваги, яке не було використане при розв'язання задачі.

5 Висновки

6. Контрольні питання:

6.1. Який елемент конструкції називається балкою?

6.2 Скільки рівнянь рівноваги складають для плоскої системи довільних сил?

6.3. Скільки опорних реакцій визначають для шарнірно-нерухомої опори?

6.4. Скільки опорних реакцій характерно для жорсткого закріплення?

Література

1 М.С. Мовнин, А.Б. Рубашкин Техническая механика. Часть первая. Теоретическая механика: Учебник для техникумов.-Л.: "Судостроение", 1971, § 23-30

2 Никитин Е.М. Теоретическая механика для техникумов: Учебник. –М.: Наука, 1988, § 30

Інструкція для виконання практичної роботи №2

Тема: Розтягування-стискання

1 Мета: Набуття навиків виконання розрахунків на міцність бруса при розтягуванні-стисканні.

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Індивідуальне завдання (схема навантаження бруса)

2.2 Калькулятор

3 Теоретичні відомості

Нормальна (повздожня) сила у будь якому поперечному перерізі бруса дорівнює алгебраїчній сумі проєкцій зовнішніх сил ось z : $N = \sum F_{iz}$

Нормальні напруження при розтягуванні-стисканні розташовуються

рівномірно по площини поперечного перерізу і визначаються за формулою:

$$\sigma = N/A,$$

де A – площа поперечного перерізу бруса.

4 Хід роботи

4.1 Застосовуючи метод перерізів, визначити нормальні сили та нормальні напруги і побудувати їх епюри.

4.2 Застосовуючи умову міцності при розтягуванні-стисканні, і враховуючі механічні характеристики матеріалу (пластичний або крихкий) перевірити міцність заданого бруса.

$\sigma \leq [\sigma]$ – умова міцності при розтягуванні-стисканні,

де σ – розрахункова напруга на ділянці бруса; $[\sigma]$ - допустима напруга;

Для пластичних матеріалів прийняти $[\sigma] = 160 \text{ Н/мм}^2$, для крихких: $[\sigma_c] = 120 \text{ Н/мм}^2$ і $[\sigma_p] = 50 \text{ Н/мм}^2$.

4.3 Згідно з варіантом, перевірити міцність бруса для вказаного виду матеріалу. Вихідні дані і схему навантаження обрати згідно з варіантом з таблиць 1,2

5 Висновки

6 Контрольні питання:

6.1. Який вид деформації називається розтягом?

6.2. Що таке еюра ВСФ, які функції вона виконує?

6.3. Позитивна нормальна сила відповідає розтягуванню чи стисканню?

Література

Мовнин М.С., Израелит А.Б., Рубашкин А.Г. «Основы технической механики»: Л.-«Машиностроение», 1990, §32 – 34

Інструкція для виконання практичної роботи №3

Тема: Проектний розрахунок балки при згинанні

Мета:

Набуття навиків виконання розрахунків на міцність балки при згині

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

2.1 Індивідуальне завдання (схема навантаження балки)

2.2 Калькулятор

3 Теоретичні відомості

Поперечна сила Q_y в будь-якому перерізі балки дорівнює алгебраїчній сумі проекцій сил, що діють на частину балки, яка розглядається.

$$Q_y = \sum F_{iy}$$

Згинаючий момент M_x є алгебраїчною сумою моментів сил, які діють на оставлену частину балки

$$M_x = \sum M_c(F_i)$$

4 Хід роботи

4.1. Для консольної балки реакції можна не визначати, але розрахунок треба вести з вільного кінця .

4.2. Застосовуючи метод перерізів, визначити поперечні сили та згинаючі моменти і побудувати їх епюри.

4.3. Для ділянки вала, в якій виникає найбільший згинаючий момент, визначити розміри поперечного перерізу із умови міцності:

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma] - \text{умова міцності,}$$

$\sigma_{\max} = M_{x\max} / W_x$, де W_x - осьовий момент опору балки при згині.

$W_x = \pi d^3 / 32$ - для круглого перерізу;

$W_x = bh^2 / 6$ - для прямокутного перерізу;

$W_x = a^3 / 6$ - для квадратного перерізу.

4.4. Розрахувати поперечні сили і згинаючі моменти, побудувати їх епюри. Підібрати з умови міцності на згин розміри поперечних перерізів заданої форми.

Прийняти $[\sigma] = 150 \text{ МПа}$

4.5. Дані для розрахунку обрати згідно з варіантом задачі з таблиці 1. Схеми навантаження – у таблиці 2.

5 Висновки:

6 Контрольні питання:

6.1 Скільки ВСФ виникає при деформації згину?

6.1 Якщо верхні волокна балки розтягнуті – який знак має згинаючий момент?

6.3 Яке напруження впливає на деформаційний стан балки при згині?

Література: М.С. Мовнин Основы технической механики, : Ленинград, «Машиностроение», 1990, § 47,48

Інструкція до виконання практичної роботи № 4

Тема: Загальні відомості про посадки. **Розрахунок посадок**

1 Мета

- 1.1 Засвоєння основних термінів та визначень системи допусків та посадок.
- 1.2 Формування навиків розрахунків граничних розмірів, допусків валів та отворів.
- 1.3 Побудова графічних схем полів допусків

2 Матеріально-технічне та навчально-методичне забезпечення:

- 2.1 Єдина система допусків та посадок
- 2.2 Індивідуальні завдання

3 Теоретичні відомості

Поверхні деталей бувають циліндричні, плоскі, конічні, евольвентні, складні та ін.. Крім того, розрізняють поверхні спряжені і не спряжені. **Спряжені** - це поверхні, по яких деталі з'єднуються в складальні одиниці, а складальні одиниці - в механізми. Не спряжені, чи вільні, - це конструктивно необхідні поверхні, не призначені для з'єднання з поверхнями інших деталей.

Посадка - це характер з'єднання деталей, який визначається величиною що зазорів (S) або натягів (N), утворюються в ньому.

В залежності від розташування полів допусків отвору і валу посадки поділяють на три групи:

- посадки з зазором (рис.4.1, а, б) - поле допуску отвору розташовано вище поля допуску вала;
- посадки з натягом (рис.4.1, в, г) - поле допуску вала розташовано вище поля допуску отвору;
- посадки перехідні (рис.4.1, д) - поля допусків отвору і валу частково або повністю перекриваються.

Посадка позначається на складальному кресленні у вигляді дробу, у чисельнику якої, відхилення відносяться до отвору, а в знаменнику - до валу наприклад $\text{Ø}80 \frac{+0,046}{-0,060}$ де верхнє відхилення отвору $ES = +0,046$ мм; нижнє відхилення $EI = 0$; верхнє відхилення вала $es = -0,060$ мм; нижнє відхилення $ei = -0,106$ мм.

Параметри посадки з зазором

Зазором (S) називається позитивна різниця розмірів отвору і вала, коли $D > d$: $S = D - d$. Посадка із зазором (рис.5.1, а, б) характеризується граничними зазорами:

- найменшим (гарантованим) $S_{\min} = D_{\min} - D_{\max}$;
- найбільшим $S_{\max} = D_{\max} - D_{\min}$;
- середнім $S_{cp} = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2}$.

Через відхилення граничні зазори обчислюються наступним чином:

$$S_{\min} = EI - es;$$

$$S_{\max} = ES - ei.$$

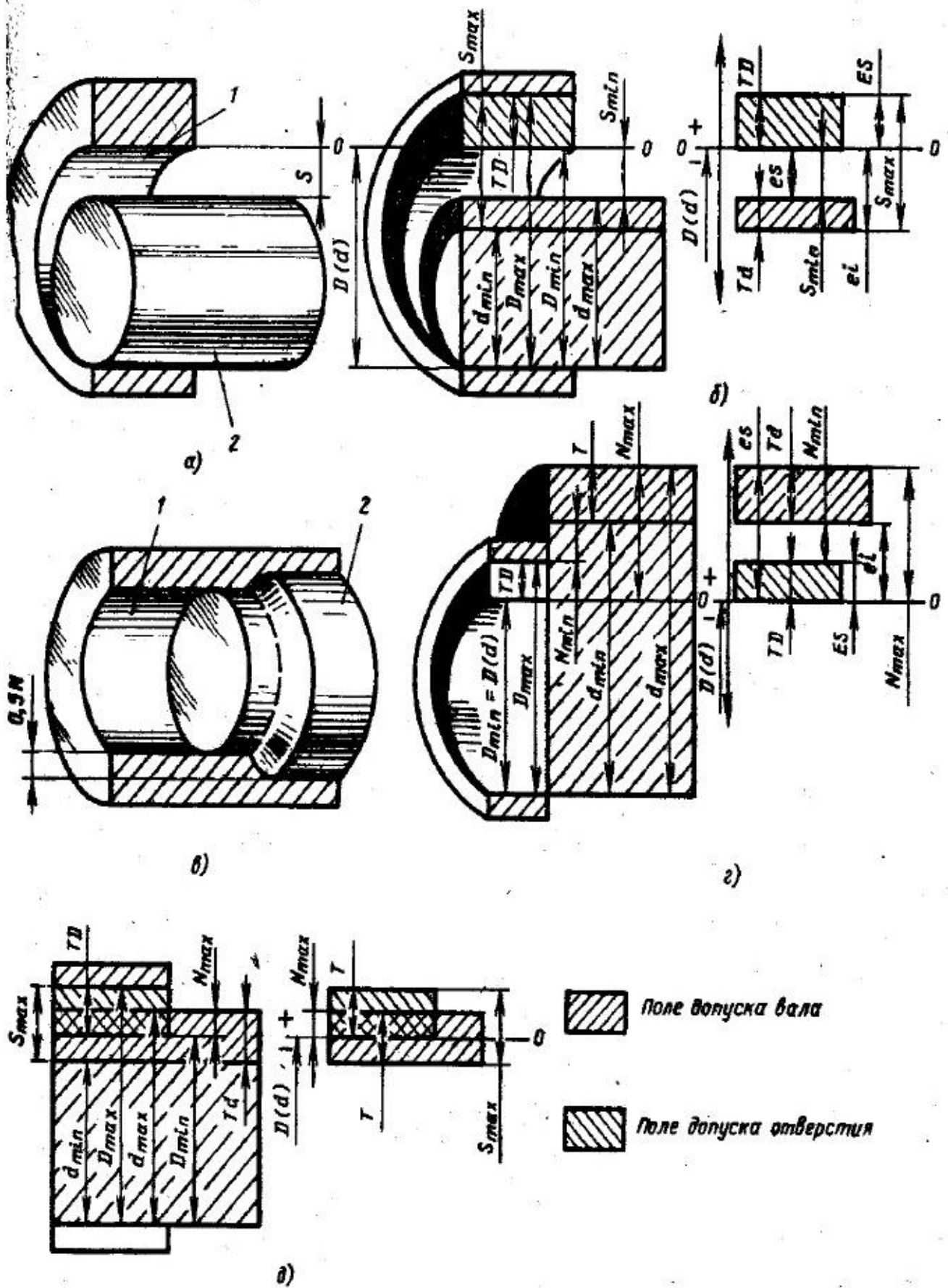


Рисунок 4.1 З'єднання валу 2 та отвору 1: а) з зазором, в) з натягом; поля допусків посадки: б) з зазором, г) з натягом, д) перехідної посадки

Параметри посадки з натягом

Натягом (N) називається позитивна різниця розмірів вала та отвору, коли $d > D$: $N = d - D (= - S)$.

Посадка з натягом (рис.5.1 , в, г) характеризується граничними натягами:

- найменшим (гарантованим) $N_{\min} = d_{\min} - D_{\max}$;
- найбільшим $N_{\max} = d_{\max} - D_{\min}$;
- середнім $N_{\text{cp}} = \frac{N_{\max} + N_{\min}}{2}$.

Через відхилення граничні натяги обчислюються наступним чином:

$$N_{\min} = e_i - ES;$$

$$N_{\max} = es - EI.$$

Параметри перехідної посадки

Перехідні посадки мають можливість отримати при збиранні з'єднання як зазори, так і натяги. У цьому випадку поля допусків отвору і валу перекриваються частково або повністю. Такі посадки характеризуються найбільшим зазором (S_{\max}) та найбільшим натягом (N_{\max}), величини яких розраховуються за формулами, наведеними вище.

Якщо при розрахунку параметрів перехідної посадки величина $S_{\max} > N_{\max}$, то визначають середній зазор за формулою $S_{\text{cp}} = \frac{S_{\max} - N_{\max}}{2}$, і тоді про перехідну посадку кажуть, що вона з вірогідністю зазору.

Якщо при розрахунку вийшло, що величина $N_{\max} > S_{\max}$, то визначають середній натяг за формулою $N_{\text{cp}} = \frac{N_{\max} - S_{\max}}{2}$, а про посадку кажуть, що вона з імовірністю натягу.

Допуск посадки

Допуск посадки (ТП) дорівнює сумі допусків отвору і валу, які утворюють з'єднання: $ТП = TD + Td$. Визначимо величину допуску посадки через її параметри - наприклад, для посадки з зазором.

Зі схеми полів допусків посадки з зазором, см. рис.5.1, б, маємо:

$$S_{\max} = S_{\min} + TD + Td.$$

Величина зазору змінюється в межах від S_{\min} до S_{\max} . Різниця граничних значень розміру дорівнює його ж допуску, тоді різниця граничних зазорів дорівнює допуску зазору $TS = S_{\max} - S_{\min}$. Так як $S_{\min} = EI - es$; $S_{\max} = ES - ei$, то

$$TS = S_{\max} - S_{\min} = ES - ei - (EI - es) = (ES - EI) + (es - ei) = TD + Td.$$

Отже, для посадок з зазором допуск посадки дорівнює допуску зазора або різниці зазорів: $ТП = TS = S_{\max} - S_{\min} = TD + Td$.

Аналогічно для посадок з натягом, враховуючи, що $N_{\min} = ei - ES$, $N_{\max} = es - EI$, можна сказати, що допуск посадки дорівнює допуску натягу або різниці натягів:

$$ТП = TN = N_{\max} - N_{\min} = TD + Td.$$

Допуск перехідної посадки відповідно дорівнює:

$$ТП = S_{\max} + N_{\max} = TD + Td.$$

4 Хід роботи

4.1 Згідно з варіантом завдання виконати наступне для заданого з'єднання: Визначити граничні розміри отвору і вала. Обчислити величину зазорів (натягів) через граничні відхилення. Визначити значення допусків на вал, отвір і посадку.

4.2 Побудувати схему полів допусків отвору і валу і позначити на ній параметри посадки. Позначити допуски на робочих і складальних креслениках.

5 Висновки

6 Контрольні питання:

6.1 Які поверхні називають спряженими і не спряженими?

6.2 Що називають посадкою, зазором, натягом?

6.3 Як розташовані поля допусків вала і отвору при посадці з зазором?

6.4 Як розташовані поля допусків вала і отвору при посадці з натягом?

Якими параметрами вона характеризується?

6.5 Що можна сказати про посадку і розташування полів допусків отвору і валу в разі, якщо величина зазору негативна? чи може це бути?

Література:

1 Мовнин М.С. Основы технической механики –Л.: Машиностроение, 1990, §85

2 Зенкин А.С., Петко И.В. Допуски и посадки в машиностроении: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп.- К.: Техника, 1990