Міністерство освіти і науки України

Мирогощанський аграрний фаховий коледж

Кабінет, лабораторія «Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання»

ІНСТРУКЦІЙНА КАРТА

Для проведення лабораторно-практичних занять

З курсу: Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання

Тема заняття: Основні поняття про допуски і посадки

Робоче місце: Практична робота №1

Назва роботи: Розв'язування задач на визначення граничних розмірів деталей, їх допусків, граничних зазорів (натягів). Графічне зображення полів допусків і позначення розмірів із відхиленнями на кресленнях..

Тривалість заняття 80 хв

Викладач _____Корнелюк А.І.

Розглянуто на засіданні циклової комісії технічних дисциплін

Протокол № ____ від "____" _____20__ р.

Голова комісії _____ Мельник О.М

Практичне заняття №1

***Тема*:** розв'язування задач на визначення граничних розмірів деталей, їх допусків, граничних зазорів (натягів). Графічне зображення полів допусків і позначення розмірів із відхиленнями на кресленнях.

Мета: поглибити знання з основних понять про допуски і посадки та формування вмінь з визначення розмірних параметрів деталей і з'єднань машин.

Теоретичні відомості

Для засвоєння понять про допуски і посадки слід добре вивчити матеріал цієї теми та проаналізувати хід розв'язання прикладів. Зверніть увагу на основні терміни, визначення і позначення згідно ГОСТ 25346-89, які є азбукою даної теми, науки.

Виробництво і ремонт тракторів, автомобілів та с/г машин починається з виготовлення й відновлення деталей, які в процесі складання становлять вузли, з вузлів і агрегатів складають машину.

В допусках і посадках використовують такі терміни як ВАЛ І ОТВІР.

Охоплюючу поверхню, незалежно від її форми, називають ***отвором***, а охоплену – ***валом.***

Отвір – термін, що умовно застосовується для позначення внутрішніх елементів деталей, включаючи і нециліндричні елементи.

Вал – термін, що умовно застосовується для позначення зовнішніх елементів деталей, включаючи і нециліндричні елементи.

Розміри деталей призначають не довільно, а визначають на підставі розрахунків на міцність, жорсткість або приймають виходячи з конструктивних та технологічних міркувань з наступним їх округленням до найближчого, як правило, більшого розміру за ГОСТ 6636-69. Конструктор задає загальний для отвору і вала розмір, який називається ***номінальним***, або це розмір, відносно якого визначається відхилення.

Розмір – числове значення лінійної величини (діаметр, довжина тощо) у вибраних одиницях вимірювання.

Дійсний розмір – розмір елемента, встановлений вимірюванням.

Дійсні розміри деталей в партії, виготовленій на одному і тому ж верстаті з однієї і тієї ж установки будуть завжди відрізнятися один від одного внаслідок впливу похибок оброблювання, тобто відбувається розсіювання розмірів, уникнути якого практично неможливо. Тому зону (поле) розсіювання дійсних розмірів обмежують призначенням граничних (найменших і найбільших) допустимих розмірів.

Граничні розміри – два гранично допустимі розміри елемента, між якими повинен знаходитись (або яким може дорівнювати) дійсний розмір.

Найменший граничний розмір – найменший допустимий розмір елемента.

Найбільший граничний розмір – найбільший допустимий розмір елемента.

Відхилення розміру – алгебраїчна різниця між розміром (дійсним або граничним) і відповідним номінальним розміром. Його позначають: *E* – для отвору; *e* – для вала.

Дійсне відхилення розміру – алгебраїчна різниця між дійсним і відповідним номінальним розмірами. Його позначають: $\boldsymbol{E_e}$ – для отвору; $\boldsymbol{e_e}$ – для вала.

Граничне відхилення розміру – алгебраїчна різниця між граничним і відповідним номінальним розмірами. Розрізняють верхнє та нижнє граничні відхилення.

Верхнє відхилення розміру (***ES, es***) **–** алгебраїчна різниця між найменшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Нижнє відхилення розміру (***EI, ei***) – алгебраїчна різниця між найменшим граничним і відповідним номінальним розмірами.

Відповідно до стандарту терміни і елементи спряження позначають так:

D – номінальний розмір отвору, ***d***- номінальний розмір вала;

$\boldsymbol{D_{max}}$ - найбільший граничний розмір отвору;

$\boldsymbol{D_{min}}$ – найменший граничний розмір отвору;

$\boldsymbol{D_e}$ – дійсний розмір отвору;

$\boldsymbol{d_{max}}$ - найбільший граничний розмір вала;

$\boldsymbol{d_{min}}$ - найменший граничний розмір вала;

$\boldsymbol{d_e}$ - дійсний розмір вала;

ES- верхнє відхилення отвору; ***EI –*** нижнє відхилення отвору

es - верхнє відхилення вала; ***ei*** - нижнє відхилення вала;

T- допуск розміру; ***IT-*** допуск по квалітету

Розрахункові формули

Найбільший граничний розмір отвору - $D_{max} = D + ES;$

Найменший граничний розмір отвору - $D_{min} = D + EI$

Найбільший граничний розмір вала - $d_{max} = d + es;$

Найменший граничний розмір вала - $d_{min} = d + ei$

Допуск розміру отвору - $T_D = D_{max} - D_{min}$ або $T_D = ES - EI$

Допуск розміру вала - $T_d = d_{max} - d_{min}$ або $T_d = es - ei$

Необхідно засвоїти межу графічного зображення допусків, зрозуміти терміни «нульова лінія», «поле допуску» та інші.

Нульова лінія – лінія, що відповідає номінальному розміру, від якої відкладаються відхилення в разі графічного зображення полів допусків та посадок. Якщо нульова лінія розташована горизонтально, то додатні відхилення відкладаються вверх від неї, а від'ємні – вниз.

Поле допуску – поле, обмежене найбільшим і найменшим граничними розмірами, яке визначається величиною допуску і його положенням відносно номінального розміру.

В разі графічного зображення поле допуску міститься між двома лініями, що відповідають верхньому та нижньому відхиленням відносно нульової лінії.

Слід відмітити, що у машинах і механізмах з'єднання деталей виконуються рухомими та нерухомими.

Посадка – характер з'єднання двох деталей, визначений різницею їх розмірів до складання

Залежно від розмірів отвору і вала посадки можуть бути з зазором, натягом і перехідні.

Посадка із зазором

Зазор визначається різницею розмірів отвору і вала $S = D-d$

Найменший граничний зазор – різниця між найменшим граничним розміром отвору і найбільшим граничним розміром вала в посадці з зазором.

$$\boldsymbol{S_{min}} = D_{min} - d_{max}, \quad \text{або} \quad \boldsymbol{S_{min}} = EI - es$$

Найбільший граничний зазор – різниця між найбільшим граничним розміром отвору і найменшим граничним розміром вала в посадці з зазором або в перехідній посадці.

$$\boldsymbol{S_{max}} = D_{max} - d_{min}, \quad \text{або} \quad \boldsymbol{S_{max}} = ES - ei$$

Середній зазор: $S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2}$;

Допуск посадки з зазором $T_S = S_{max} - S_{min} = T_D + T_d$

Посадка із натягом

Натяг виникає у з'єднаннях, при яких розмір вала більший за розмір отвору. $N = d - D$

Найменший натяг $\boldsymbol{N_{min}}$ – різниця між найменшим граничним розміром вала і найбільшим граничним розміром отвору до складання в посадці з натягом.

$$N_{min} = d_{min} - D_{max}, \text{ або } N_{min} = ei - ES.$$

Найбільший натяг $\boldsymbol{N_{max}}$ – різниця між найбільшим граничним розміром вала і найменшим граничним розміром отвору до складання в посадці з натягом або перехідній посадці.

$$N_{max} = d_{max} - D_{min}, \quad \text{або} \quad N_{max} = es - EI.$$

Середній натяг: $N_m = \frac{N_{max} + N_{min}}{2}$;

Допуск посадки з натягом: $T_N = N_{max} - N_{min} = T_D + T_d$

Перехідна посадка

Перехідна посадка – посадка, за якою можливе отримання як зазору, так і натягу в з'єднанні залежно від дійсних розмірів отвору і вала.

Найбільший зазор S_{max} і найбільший натяг N_{max} у перехідній посадці визначаються так само, як і в посадках з зазором і в посадках з натягом

$S_{max} = D_{max} – d_{min}$, або $S_{max} = ES – ei$;

$N_{max} = d_{max} – D_{min}$, або $N_{max} = es – EI$.

При перехідній посадці поля допусків спряжених деталей перекриваються

Для виконання практичного заняття №1 потрібно

1. Визначити, яка деталь є отвором, а яка валом
2.Визначити розмір і відхилення і записати їх у таблицю 1

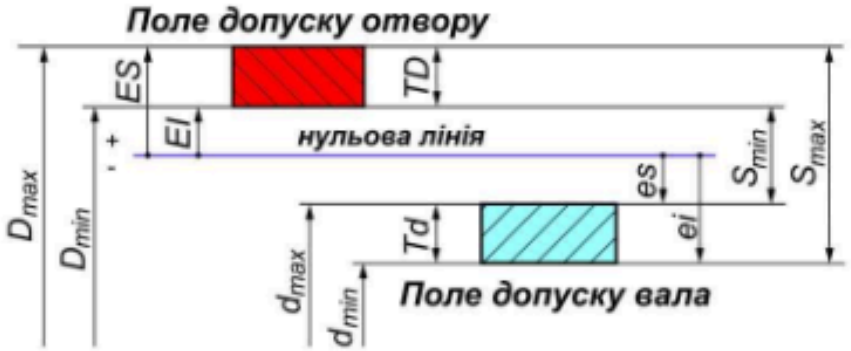
№ п/п	Позначення	Формула для розрахунку	Числове значення параметрів
1	D_{max}	$D+ES$	
2	D_{min}	$D+EI$	
3	TD	$D_{max} - D_{min} = ES –EI$	
4	d_{max}	$d+es$	
5	d_{min}	$d+ei$	
6	Td	$d_{max} - d_{min} = es – ei$	
7	S_{max}	$D_{max} - d_{min} = ES – ei$	
8	S_{min}	$D_{min} – d_{max} = EI – es$	
9	S_m	$(S_{max} + S_{min})/2$	
10	N_{max}	$d_{max} - D_{min} = es – EI$	
11	N_{min}	$d_{min} - D_{max} = ei – ES.$	
12	N_m	$(N_{max} +N_{min})/2$	
13	TS	$S_{max} - S_{min}$	
14	TN	$N_{max} - N_{min}$	
15	T_{SN}	$S_{max}+N_{max}$	
16	$TП$	$T_D + T_d$	

3. Розрахувати всі інші параметри в залежності від завдання і записати у таблицю 1

4.По даних таблиці побудувати графічне зображення полів допусків і нанести на них всі необхідні параметри D, d, $D_{max,}$ D_{min}, ES, EI, d_{max} , d_{min} , es , ei, S_{max} , S_{min} , N_{max} , N_{min} T_D , T_d

5.Оформити звіт, який повинен містити:
- назву і номер графічної роботи;
- умову задачі
- таблицю з розрахунками
- графічне зображення полів допусків

ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ, ВІДХИЛЕНЬ І ПОЛІВ ДОПУСКІВ НА СХЕМАХ



Посадка з зазором



Посадка з натягом



Перехідна посадка

Задача. Для заданого з'єднання (табл. 1) визначити: номінальний розмір отвору і вала, граничні відхилення, граничні розміри, допуск розміру, граничні зазори (натяги), середній зазор (натяг), допуск посадки. Накреслити графік полів допусків.

Приклад 1

Дано номінальний розмір і їх граничні відхилення діаметрів отвору і вала гладкого циліндричного з'єднання двигуна СМД-60:

Втулка шатуна (отвір): $Ø42^{+0,038}_{+0,023}$ мм.

Палець поршня (вал): $Ø42^{+0,001}_{-0,009}$ мм.

Визначити верхнє та нижнє відхилення отвору і вала; допуск розміру отвору і вала; граничні та середні зазори (натяги); допуск посадки. Накреслити схему полів допусків і позначити елементи з'єднання.

Розв'язок

1 Умовні позначення і числові значення номінальних розмірів і граничних відхилень отвору і вала:

Отвору: $D = 42$ мм, $ES = +0,038$ мм $EI = +0,023$мм.

Вала: $d = 42$ мм $es = +0,001$ мм $ei = -0,009$ мм.

2.Граничні розміри отвору і вала:

Отвору: $D_{max} = D+ES = 42 + 0,038 = 42,038$ мм;

$D_{min} = D+EI = 42 + 0,023 = 42,023$ мм.

Вала: $d_{max} = d+es = 42 + 0,001 = 42,001$ мм;

$d_{min} = d+ei = 42 + (-0,009) = 41,991$ мм.

3.Допуски розмірів діаметрів отвору і вала:

Отвору: $T_D = D_{max} - D_{min} = 42,038 - 42,023 = 0,015$ мм.

або $T_D = ES - EI = 0,038 - 0,023 = 0,015$ мм

Вала: $T_d = d_{max} - d_{min} = 42,001 - 41,991 = 0,010$ мм

або $T_d = es - ei = 0,001 - (-0,009) = 0,010$ мм

4. Схема розташування полів допусків наведена нижче.

5. Із схеми бачимо, що поле допуску вала розташоване нижче від поля допуску отвору, отже задана посадка буде із зазором і для неї визначаємо граничні значення зазору S_{max} і S_{min}.

$S_{max} = D_{max} - d_{min} = 42,038 - 41,991 = 0,047$ мм

або $S_{max} = ES - ei = 0,038 - (-0,009) = 0,047$ мм

$S_{min} = D_{min} - d_{max} = 42,023 - 42,001 = 0,022$мм

або $S_{min} = EI - es = 0,023 - 0,001 = 0,022$мм

Середній зазор: $S_m = \frac{S_{max} + S_{min}}{2} = \frac{0,047 + 0,022}{2} =$ 0,0345 мм.

6. Допуск посадки (допуск зазору):

$T_s = S_{max} - S_{min} = 0,047 - 0,022 = 0,025$мм

або $T_s = T_D + T_d = 0,015 + 0,010 = 0,025$мм

7. Будуємо схему полів допусків. Позначаємо знайдені величини на схемі.

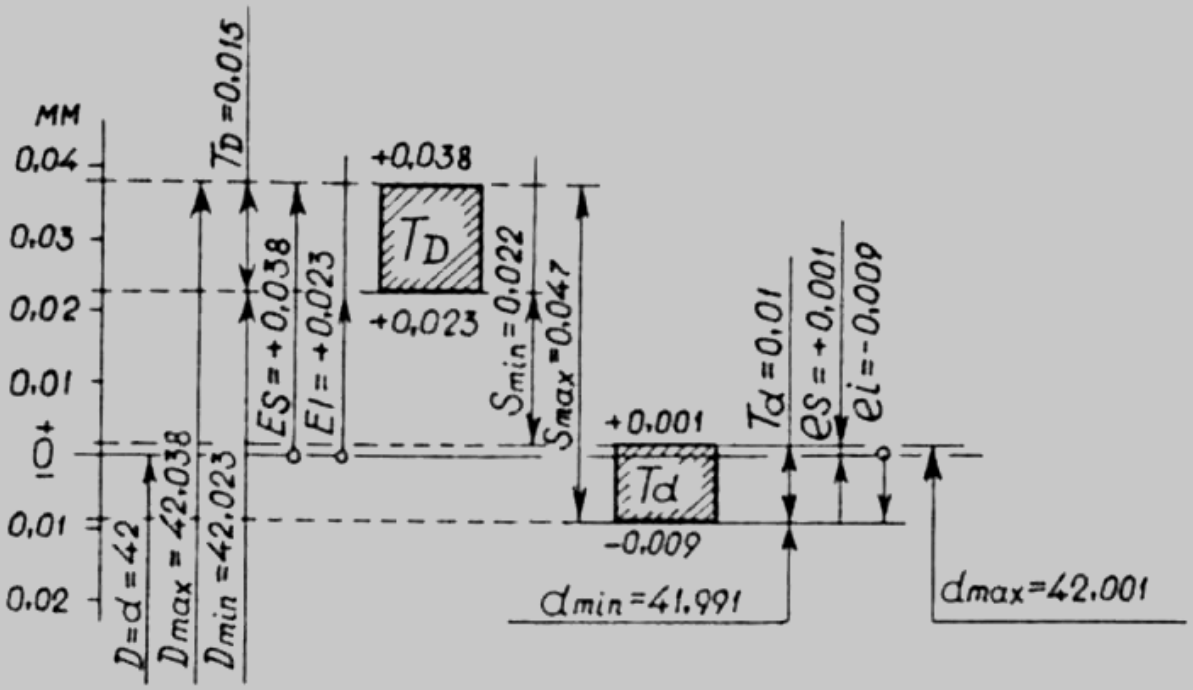
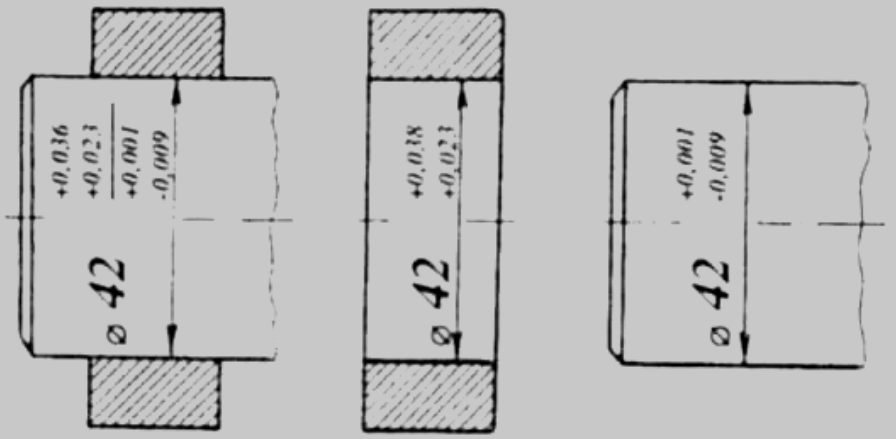


Схема розташування полів допусків.



Складальне і подетальні креслення з'єднання.

Вихідні дані до практичної роботи № 1 Таблиця 1

Номер по списку	З'єднання	Розмір на кресленні	
		отвір	вал
1	Двигун СМД-60	Шатун $\varnothing 51^{+0,030}$	Втулка $\varnothing 51^{+0,130}_{+0,087}$
2	Трактор Т-150К	Втулка $\varnothing 60^{+0,595}_{+0,405}$	Вісь $\varnothing 60^{-0,074}$
3	Двигун трактора К-701	Шатун $\varnothing 56^{+0,030}$	Втулка шатуна $\varnothing 56^{+0,120}_{+0,090}$
4	Двигун СМД-60	Шатун $\varnothing 48^{+0,027}$	Втулка шатуна $\varnothing 48^{+0,125}_{+0,075}$
5	Трактор МТЗ-80	Стакан підшипника заднього моста $\varnothing 130^{-0,014}_{-0,054}$	Роликовий підшипник 7215 $\varnothing 130^{-0,018}$
6	Трактор ДТ-75М	Коток опорний $\varnothing 42^{+0,025}$	Вісь котка $\varnothing 42^{+0,050}_{+0,034}$
7	Двигун СМД-60	Головка циліндрів $\varnothing 20^{+0,033}$	Втулка клапана напрямна $\varnothing 20^{+0,100}_{+0,055}$
8	Трактор Т-150	Втулка розподільчого вала $\varnothing 58^{+0,030}$	Розподільний вал $\varnothing 58^{-0,068}_{-0,105}$
9	Двигун СМД-62	Маховик $\varnothing 130^{+0,063}$	Вал колінчастий $\varnothing 130^{-0,043}_{-0,083}$
10	Трактор Т-150	Шестерня газорозподілу $\varnothing 106^{-0,035}$	Вал колінчастий $\varnothing 106^{+0,045}_{+0,023}$
11	Двигун СМД-60	Поршень (висота канавки під кільце) $\varnothing 3^{+0,105}_{+0,080}$	Кільце поршневе компресійне $\varnothing 3^{-0,020}$
12	Дизель А-41	Вал колінчастий (ширина шатунної шийки) $\varnothing 47^{-0,100}$	Шатун (ширина нижньої головки шатуна) $\varnothing 47^{-0,170}_{-0,340}$
13	Дизель Д-21А	Шестерня повідна $\varnothing 20^{+0,023}$	Вал розподільний $\varnothing 20^{+0,023}_{+0,002}$
14	Трактор МТЗ-80	Роликовий підшипник 7608 $\varnothing 40^{-0,012}$	Цапфа поворотна $\varnothing 40^{-0,010}_{-0,027}$

15	Двигун СМД-60	Маховик $\varnothing 130^{+0,080}$	Вал колінчастий $\varnothing 130^{-0,050}_{-0,090}$
16	Дизель Д-21А	Картер $\varnothing 60^{+0,030}$	Втулка розподільного вала $\varnothing 60^{+0,083}_{+0,053}$
17	Трактор МТЗ-80	Кульковий підшипник $\varnothing 50^{-0,012}$	Вал коробки передач $\varnothing 50 \pm 0,065$
18	Дизель Д-21А	Поршень $\varnothing 35^{-0,004}_{-0,014}$	Палець поршня $\varnothing 35^{-0,007}$
19	Трактор Т-150К	Шестерня $\varnothing 416^{+0,097}$	Маховик $\varnothing 416^{+0,098}_{-0,068}$
20	Трактор ДТ-75М	Роликовий підшипник 62314 КМ $\varnothing 70^{-0,013}$	Шестерня кінцевої передачі $\varnothing 70^{+0,011}_{-0,019}$
21	Дизель Д-21А	Шатун $\varnothing 40^{+0,027}$	Втулка верхньої головки шатуна $\varnothing 40^{+0,115}_{+0,065}$
22	Автомобіль ЗІЛ-130	Головка циліндрів (втулка напрямна впускного клапана) $\varnothing 11^{+0,027}$	Клапан $\varnothing 11^{-0,060}_{-0,085}$
23	Трактор К-701	Кульковий підшипник 313 $\varnothing 65^{-0,015}$	Вал проміжний коробки передач $\varnothing 65^{+0,023}_{+0,003}$
24	Двигун СМД-60	Втулка шатуна $\varnothing 42^{+0,038}_{+0,023}$	Палець поршня $\varnothing 42^{+0,001}_{-0,009}$
25	Трактор МТЗ-80	Корпус коробки передач $\varnothing 80^{+0,020}_{-0,010}$	Кульковий підшипник (зовнішній діаметр) $\varnothing 80^{-0,013}$
26	Автомобіль ГАЗ-53	Головка циліндра (отвір під втулку клапана) $\varnothing 17^{+0,035}$	Напрямна втулка клапана (зовнішній діаметр) $\varnothing 17^{+0,066}_{+0,047}$
27	Трактор Т-150	Шестерня $\varnothing 416^{+0,120}$	Маховик $\varnothing 416^{+0,670}_{+0,055}$
28	Автомобіль ЗІЛ- 130	Вал колінчастий (отвір під підшипник) $\varnothing 52^{+0,008}$	Кульковий підшипник $\varnothing 52^{+0,040}_{+0,012}$

29	Трактор ДТ-75М	Кульковий підшипник 413 $\varnothing 65^{-0,015}$	Вал повідного колеса $\varnothing 65^{+0,023}_{-0,003}$
30	Трактор Т-150	Шестерня приводу газорозподілу $\varnothing 106^{+0,035}$	Вал колінчастий $\varnothing 106^{+0,045}_{-0,023}$