

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: E_e – для отвору; 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;

D_{max} – найбільший граничний розмір отвору;

D_{min} – найменший граничний розмір отвору;

D_e – дійсний розмір отвору;

d_{max} – найбільший граничний розмір вала;

d_{min} – найменший граничний розмір вала;

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 вгору 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.

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

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

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

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

Середній зазор:

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

Посадка із натягом

Натяг виникає у з'єднаннях, при яких розмір вала більший за розмір отвору.

$$N = d - D$$

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

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

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

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

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

Середній натяг:

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

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

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

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

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	TII	$T_D + T_d$	

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

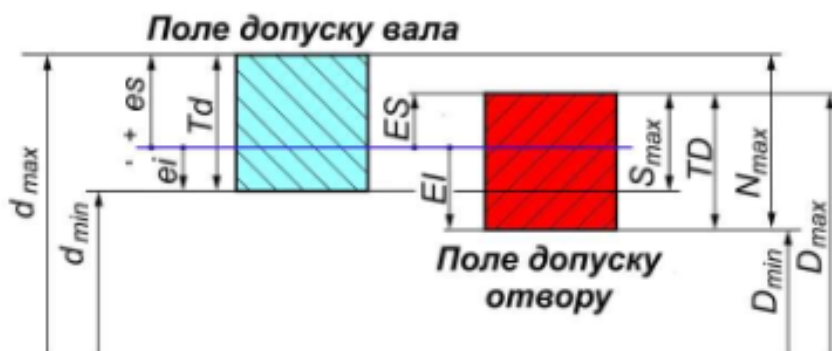
ГРАФІЧНЕ ЗОБРАЖЕННЯ ОСНОВНИХ РОЗМІРІВ, ВІДХИЛЕНЬ І ПОЛІВ ДОПУСКІВ НА СХЕМАХ



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): $\text{Ø}42^{+0,038}_{+0,023}$ мм.

Палець поршня (вал): $\text{Ø}42^{+0,001}_{-0,009}$ 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: $S_m = \frac{S_{\max} + S_{\min}}{2} = \frac{0,047 + 0,022}{2} = 0,0345 \text{ мм.}$

6. Допуск посадки (допуск зазору):

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

або $T_s = T_D + T_d = 0,015 + 0,010 = 0,025 \text{ мм}$

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

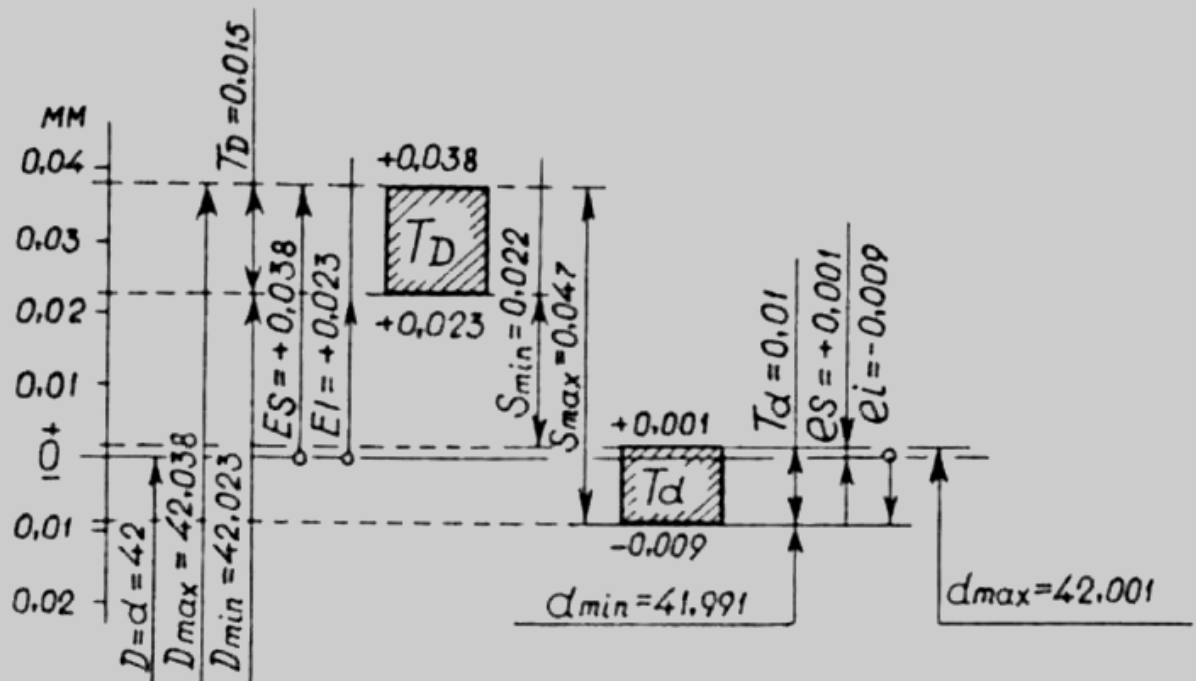
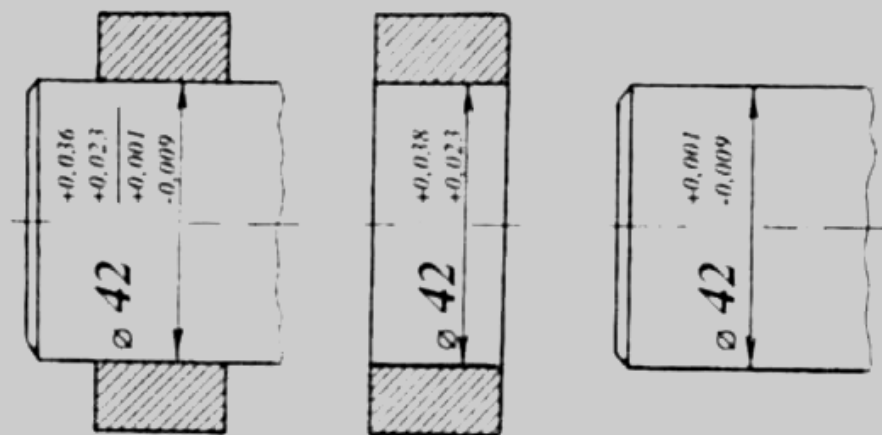


Схема розташування полів допусків.



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 $\varnothing 106^{+0,045}_{-0,023}$
----	---------------	---	---