

Міністерство освіти і науки України
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«НАЦІОНАЛЬНИЙ ГІРНИЧИЙ УНІВЕРСИТЕТ»



МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технології гірничого машинобудування

В.В. Проців, С.Т. Пацера, В.А. Дербаба

**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ,
ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ**

КОНСПЕКТИ ЛЕКЦІЙ

Лекція 2

ДОПУСКИ ТА ПОСАДКИ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ

для студентів напряму підготовки «Інженерна механіка»

Дніпропетровськ

НГУ

2014

УДК 621.753.1

П

Рекомендовано вченою радою як навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050502 «Інженерна механіка» (Протокол № _____)

Рецензент:

Є.О. Джур – д-р техн. наук, проф. (Дніпропетровський національний університет, завідувач кафедри технології виробництва)

Проців В.В.

П Взаємозамінність, стандартизація, технічні вимірювання.
[Електронний ресурс] навч. посіб. / В.В. Проців, С.Т.Пацера, В.А. Дербіба;
Нац. гірн. ун-т. – Електрон. текст. дані. – Д. : 2014. – 199 с. – Режим доступу:
<http://nmu.org.ua> (дата звернення: 28.11.2014). – Назва з екрана.

ISBN 966-8271-77-7

Зміст видання відповідає освітньо-професійній програмі підготовки бакалаврів з напряму 6.050502 «Інженерна механіка» (галузевий стандарт вищої освіти України ГСВО ОПП-05) та програмі дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація, технічні вимірювання».

Розглянуто загальні питання нормування показників геометричної точності виробів з позицій стандартизації, забезпечення взаємозамінності та контролю установлених технічних вимог.

Наведено методи і приклади розрахунку та вибору параметрів, критерії оцінювання придатності деталей на основі застосування міжнародних і державних стандартів.

Сформульовані навчальні цілі змістових модулів, що окреслюють навички та уміння бакалавра з інженерної механіки.

УДК 621.753.1

ББК

ISBN 966-8271-77-7

© В.В. Проців, 2014

© НГУ, 2014

Навчальне видання

ВСТУП

Виготовлення різноманітних машин, високоякісного, надійного і довговічного обладнання, верстатів неможливо забезпечити без застосування принципів взаємозамінності та використання високоточних вимірювальних приладів та застосування найновіших методів контролю.

В більшості випадків на високотехнологічних підприємствах застосовуються серійний і масовий типи виробництва, які неможливі без застосування принципів взаємозамінності.

Елементи взаємозамінності та стандартизації людство почало використовувати ще в стародавні часи, але тільки з розвитком промисловості і машинобудування їхнє використання стало конче необхідним.

Метою дисципліни являється формування у майбутніх бакалаврів знань, умінь та практичних навичок використання і дотримання вимог комплексних систем державних стандартів, виконання розрахунків точності на основі нормованих показників.

Мінімальний об'єм знань з вивчаємої дисципліни повинен містити знання параметрів, за якими нормується точність, знання використовуваних умовних знаків та способи їх нанесення на креслениках.

Тема 1. Взаємозамінність гладких спряжень

Лекція 2

ДОПУСКИ ТА ПОСАДКИ ГЛАДКИХ ЦИЛІНДРИЧНИХ З'ЄДНАНЬ

1. Єдина система допусків та посадок
2. Умовне позначення розмірів на кресленні.
3. Граничні відхилення розмірів з невказаними допусками.
4. Посадки загального призначення.

1. Єдина система допусків та посадок (ЄСДП).

ЄСДП створена в 1975 році. Вона передбачає створення єдиних правил позначення допусків та посадок на кресленнях. ЄСДП створена на базі міжнародних стандартів.

ПОЛОЖЕННЯ СИСТЕМИ

1 Діапазони номінальних розмірів.

- 1 діапазон до 1 мм
- 2 діапазон 1-500 мм
- 3 діапазон 500-3150 мм
- 4 діапазон 3150-10000 мм

Перевагу має 2-ий діапазон і він поділяється на 13 інтервалів, починаючи з 4 інтервалу з'являються проміжні інтервали.

- | | |
|--------|--------------|
| 1 – | 1...3 мм |
| 2 – | 3...6 мм |
| 3 – | 6...10 мм |
| 4(1) – | 10...14 мм |
| (2) – | 14...18 мм |
| | |
| 13- | 475...500 мм |

Примітка. (1), (2)-перший та другий підінтервали.

Також є інтервали, які діляться на 3 підінтервали.

2 Ряди допусків представлені в 20 квалітетах

Квалітет – ступінь точності розміру

Позначення квалітетів 01; 0; 1; 2; ...18

01 – 4 кв. – застосовуються для особливо точних розмірів та розмірів вимірювальних засобів.

5 – 12 кв. – для спряжених розмірів (посадочних поверхонь)

13 – 18 кв. – для не спряжених розмірів (вільні розміри)

18 кв. – створений у 1989 році

3 Ряди основних відхилень

Основне відхилення – одне з двох відхилень, верхнє або нижнє, яке визначає положення поля допуску відносно нульової лінії. Взагалі існує 28 основних відхилень, які позначаються однією або двома буквами латинського алфавіту, причому великі – для отвору, малі – для валів.

З ЗАЗОРОМ

**A, B, C, CD, D, E, EF, F, F G, G, H,
a, b, c, cd, d, e, ef, f, fg, g, h.**

З НАТЯГОМ

**P, R, S, T, V, X, Y, Z, ZA, ZB, ZC,
p, r, s, t, v, x, y, z, za, zb, zc.**

ПЕРЕХІДНІ

**J, Js, K, M, N,
j, js, k, m, n.**

4 Умовне позначення розмірів деталі на кресленні

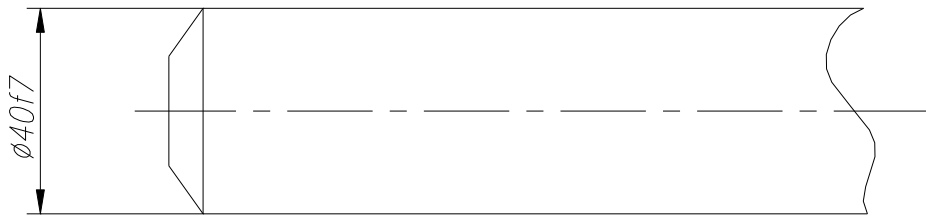


Рисунок 2.1. Умовне позначення діаметру вала

I варіант.

$\phi 40f7$

$\phi - 40$ – (d) номінальний розмір вала, мм

f7 – поле допуску вала;

f – основне відхилення (28);

7 – квалітет (20);

II варіант

$\phi 40f7 \begin{pmatrix} -0,025 \\ -0,050 \end{pmatrix}$

III варіант.

$\phi 40 \begin{matrix} -0,025 \\ -0,050 \end{matrix}$

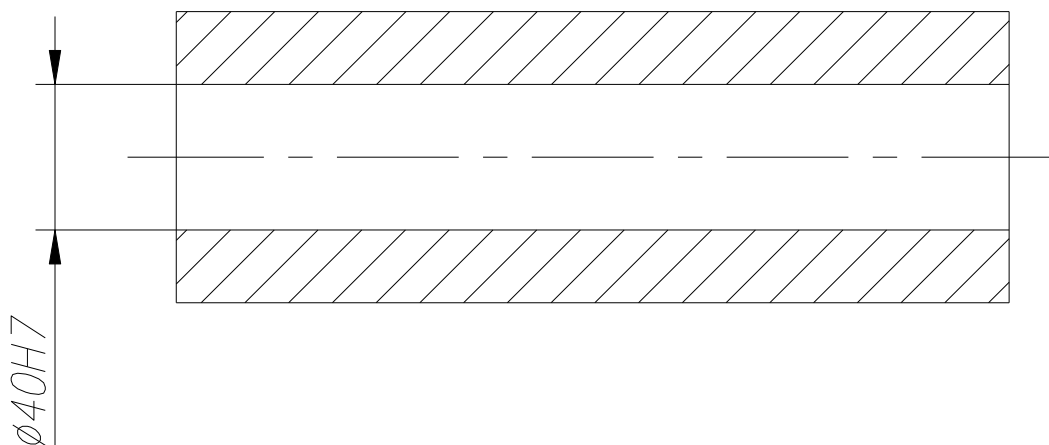


Рисунок 2.2. Умовне позначення діаметру отвору

5 Умовне позначення з'єднання на кресленнях

I варіант $\text{Ø}40 \frac{H7(+0,025)}{f7(-0,030)}$

II варіант $\text{Ø} 40 H7/f7$

III варіант $\text{Ø} 40H7 - f7$

IV варіант $\text{Ø}40 \frac{+0,025}{-0,030}$
 $-0,060$

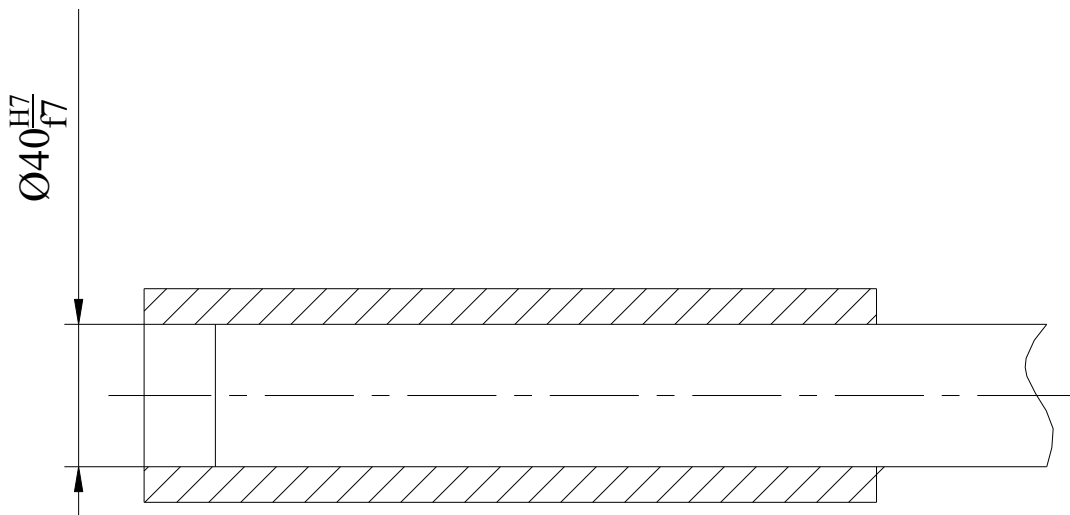


Рисунок 2.3. Умовне позначення діаметру отвору

6 Граничні відхилення розмірів з неказаними допусками.

Всі розміри на кресленні поділяються на **спряжені та не спряжені**. Поруч з номінальним розміром спряженої поверхні проставляються поля допуску, а для неспряжених розмірів поля допусків вказуються в технічних вимогах креслення, що записуються у вигляді наступного тексту (вище основного напису).

Неказані граничні відхилення розмірів:

Отворів H14 ; валів – h14; інших – $\pm \frac{IT14}{2}$

або H14, h14; $\pm \frac{IT14}{2}$

+t2; -t2; $\pm t2/2$

7 Рекомендовані посадки

Посадки **H7/f7**, **H7/f6** – використовуються для з'єднань, які працюють в основному при невеликих постійних швидкостях і без ударних навантажень.

Наприклад: вали, що обертаються у підшипниках – вали (колінчасті, кулачкові) та шпинделі.

Посадки **H8/e8**; **H7/e7**; **H7/e8** – мають відносно великі зазори і при частоті обертання $> 1000 \text{ хв}^{-1}$.

Приклад: цапфи валів у втулках підшипників в центробіжних насосах, приводах шліфувальних верстатів, турбогенераторах, вала масляного насоса з кришкою.

Посадка: **H8/d9**; **H9/d9** – характеризуються відносно великими зазорами і використовуються для з'єднання деталей, які працюють з великими швидкостями, коли по умові роботи допускається неточне центрування, переноси, при великій довжині посадки, для з'єднання деталей, розміри яких змінюються під впливом температури під час роботи або працюючих в несприятливих умовах, наприклад сільгоспмашинах, а також для поршнів з циліндрами і валів турбогенераторів, різних клапанів зі втулками, поршневих кілець в компресорах.

Посадка **H7/c8** використовується для з'єднання деталей, що працюють при високій температурі, наприклад в різних теплових двигунах, коли робочій зазор може суттєво зменшитись внаслідок недостатнього теплового розширення деяких деталей.

Посадка **H7/n6**; **H8/n7**; **N7/h6** використовується відносно рідко, а саме при великих динамічних навантаженнях (удари, вібрації), в тому випадку, коли розбирання передбачене (тільки при номінальному ремонті машин).

Посадка **H7/m6**; **M7/h7** використовується при менш щільному матеріалі деталей, або більш частому складанні складальних одиниць, а також при довжині втулки більше $1,5d$, або більш точних стінок втулок.

Прикладами застосування цих посадок являється з'єднання: валів і осей з кулачковими муфтами-маховиками, шківками і важелями; конічних зубчастих коліс і черв'ячних передач, роторів електромашин.

Посадки **H7/k6**; **K7/h6** дають хорошу точність центрування і забезпечують швидке збирання і розбирання деталей за допомогою легких молотків. Їх використовують для швидкохідних шківів, маховиків, рукояток, муфт, компресорів, зміни втулок в колесах та підшипниках.

Посадки **H7/js6**; **Is7/h6** використовують при необхідності частого збирання та розбирання. Ці посадки забезпечують повільне осьове переміщення деталей і

добре центрування їх, наприкладі для заміни колеса, при використанні центруючих штифтів.

Посадки з натягом в циліндричних з'єднаннях застосовується для утворення нерухомих з'єднань без додаткового кріплення.

Щільність з'єднань двох деталей, що підлягають дії зовнішніх зусиль, створюється пружними силами деформації, що виникли при з'єднанні цих деталей і їх взаємного зміщення.

Розрахунок посадки з натягом виконується для того, щоб забезпечити щільність з'єднання, тобто виключення зміщення спряжених деталей під дією зовнішнього навантаження, а також щільність спряжених деталей.

При аналізі з'єднань с натягом необхідно відрізнити розрахункові натяги від стандартних.

Розрахункові натяги, які також ще називають функціональними, – це граничні натяги N_{maxf} та N_{minf} , що забезпечують роботоспроможність з'єднання [1]. Функціональний натяг N_{minf} розраховується за умови передачі максимальних навантажень і обмежень по міцності деталей [1,2].

Посадки з гарантованим стандартним натягом забезпечують взаємну нерухомість деталей з'єднання при дії експлуатаційних навантажень. Допуск посадки $T(N)$ обумовлює точність, а від того і вартість виготовлення з'єднання і визначається по формулі

$$T(N) = T_D + T_d = N_{max} - N_{min} \quad (2.1)$$

При виборі стандартних посадок з натягом необхідно виконати вимоги

$$N_{min} \geq N_{minf}, \quad N_{max} \leq N_{maxf} \quad (2.2)$$

Цим вимогам відповідає декілька варіантів посадок, із котрих необхідно вибрати один найкращий варіант. Для цього необхідно ввести додаткові умови, розглянуті далі.

Введемо поняття «критерій якості посадки», який позначимо Q . Вибір конкретного критерію Q повинен визначатися в залежності від призначення і умов функціонування спряження з натягом. В першому наближенні будемо оперувати цим критерієм в загальному вигляді, припускаючи, що він може набувати значення від 0 до 1.

Як приклад, на рис.2.4 розглянуто відображення результатів розрахунку посадки з натягом у вигляді можливої реалізації графіка функції $Q(N)$ (при номінальному діаметрі з'єднання 85 мм). Слід зазначити, що дійсний натяг N є безперервною випадковою величиною, що реалізується в процесі обробки і складання деталей. У той же час, розрахункові функціональні натяги, що

обмежують зону працездатності з'єднання, приймаються як не випадкові величини, визначені розрахунковим шляхом.

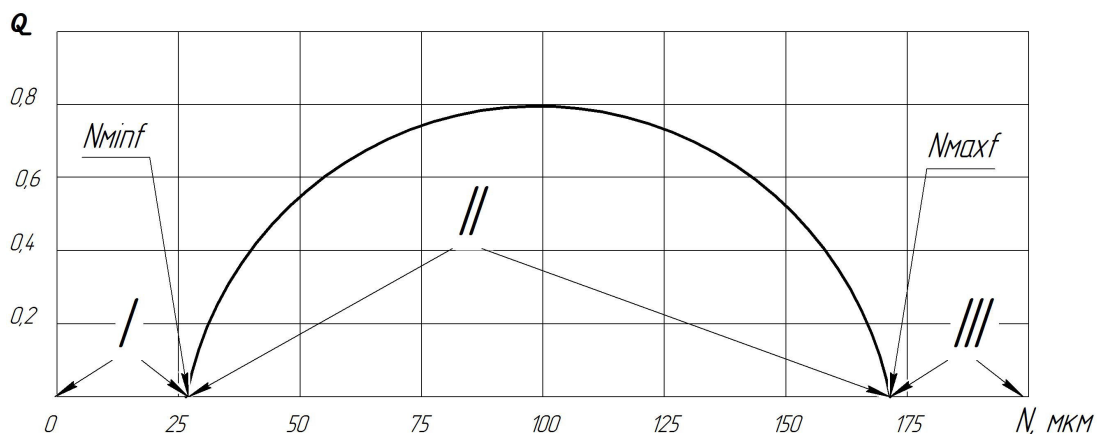


Рисунок 2.4 . Залежність $Q(N)$ у загальному вигляді, де N – дійсне значення натягу

На рис.2.4. мається три зони, які позначені I, II, III:

I – зона при $N < N_{minf}$, де з'єднання не забезпечує передавання максимальних навантажень;

II – зона при $N_{minf} \leq N \leq N_{maxf}$, де з'єднання забезпечує передавання максимальних навантажень та міцність деталей;

III – зона при $N > N_{maxf}$, де з'єднання не забезпечує міцності деталей.

На рис.2.5 до вказаних трьох зон додана зона IV вибраної стандартної посадки $\varnothing 85H7/u7$:

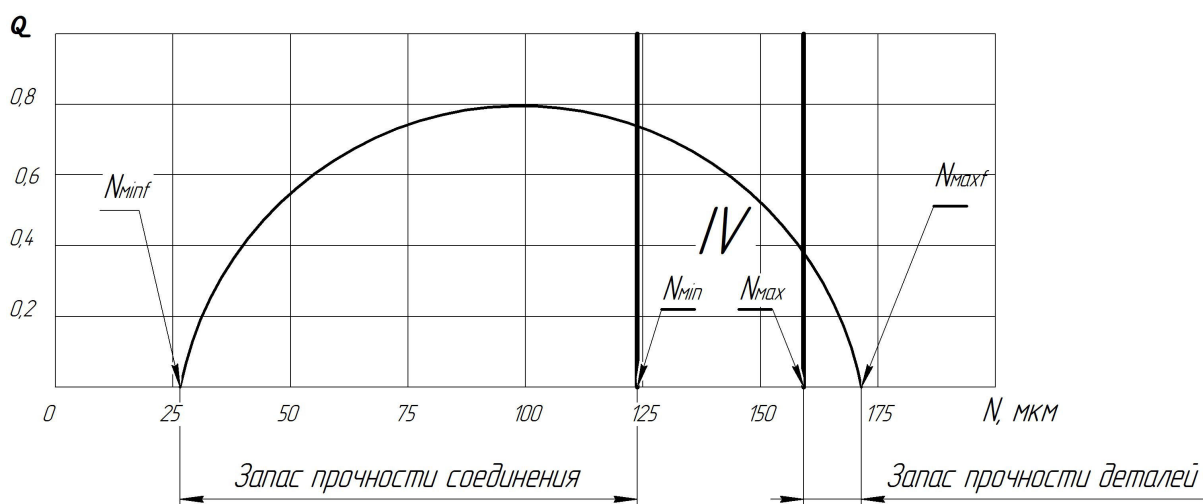


Рисунок 2.5. Графічна модель функціонування посадки з натягом $\varnothing 85H7/u7$

З розгляду рис.2.5 видно, що обрана посадка $\varnothing 85H7/u7$ задовольняє умові 2. Але при цьому запас міцності деталей значно менший запасу міцності з'єднання.

Якщо задано необхідне співвідношення вагомості запасів, то можна ставити питання підбору оптимальної посадки.

Додатковою умовою для вибору оптимальної посадки може бути потрапляння максимуму критерію Q в діапазон значень N , що знаходиться між N_{min} і N_{max} . Цій умові задовольняє посадка $\text{Ø}85\text{H}7/\text{t}6$, графічна модель функціонування якої показана на рис.2.6.

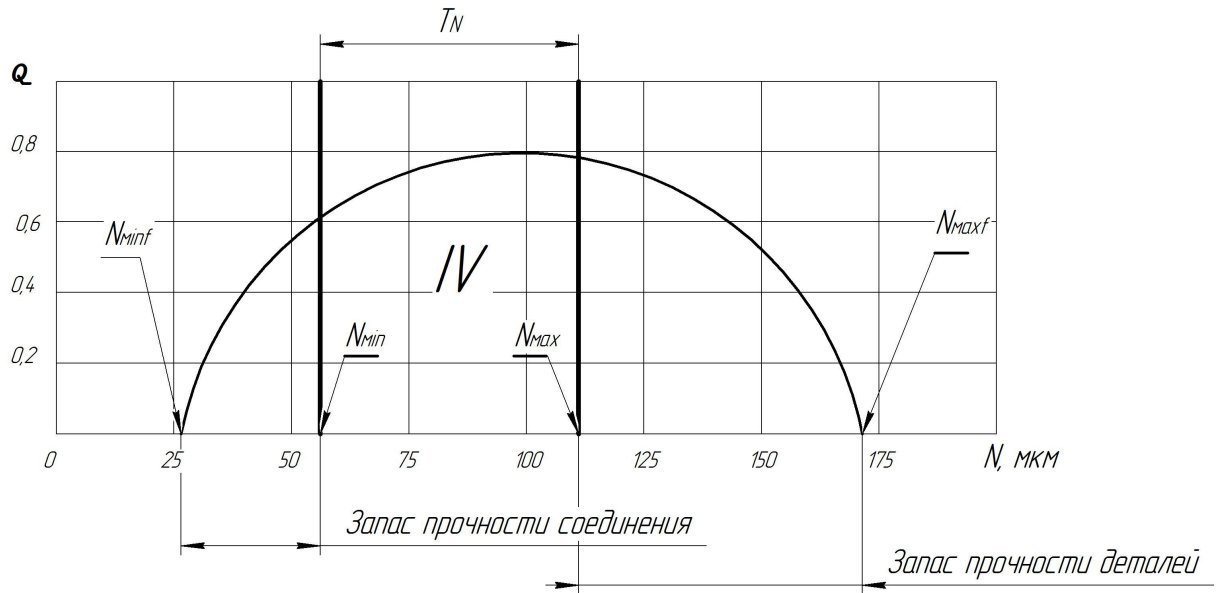


Рисунок 2.6. Графічна модель функціонування посадки

ПИТАНЯ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ

1. Що передбачає ЄСДП?
2. Які діапазони номінальних розмірів встановлено ЄСДП?
3. Який діапазон номінальних розмірів є переважним?
4. Які квалітети застосовують для посадочних поверхонь?
5. Як визначається основне відхилення?
6. Назвіть 28 основних відхилень для валу.
7. Назвіть 28 основних відхилень для отвору.
8. Як вказуються граничні відхилення розмірів з невказаними допусками?

ЛИТЕРАТУРА

1. Колчков В.И. Метрология, стандартизация и сертификация [Учебное пособие] / В.И. Колчков – М. : Форум, 2011. – 99 с.
2. Допуски и посадки [Справочник. В 2-х ч .] : 6-е изд., перераб. и доп. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – Л. : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – Ч. 1. 543 с.
3. Пацера С.Т. Графическая модель функционирования посадки с натягом./ С.Т. Пацера, И.В. Вернер, В.А. Дужак.// Сб. научных трудов международной конференции «Современные инновационные технологии подготовки инженерных кадров для горной промышленности и транспорта 2014». Дн-вск.: НГУ. – 2014. С.193-197