

*А. В. ВАСИЛЬЄВ*, канд. техн. наук, доц., ПНТУ, Полтава;  
*С. В. ПОПОВ*, канд. техн. наук, доц., ПНТУ, Полтава;  
*О. Ю. ОДРИНСЬКИЙ*, студент, ПНТУ, Полтава

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОЗНАЧЕНЬ ГРАНИЧНИХ ВИКОНАВЧИХ РОЗМІРІВ НА РОБОЧИХ КРЕСЛЕННЯХ ДЮЙМОВОЇ СИСТЕМИ ВИМІРІВ

Наведені результати досліджень особливостей використання граничних виконавчих розмірів дюймової системи вимірів, що застосовується при конструюванні і позначенні граничних розмірів на робочих кресленнях деталей для можливості у подальшому використанні для ремонту або експлуатації

**Ключові слова:** допуск, посадка, з'єднання із зазором, з'єднання із натягом, перехідне з'єднання, дюймова система одиниць вимірювання

**Вступ.** У процесі виготовлення, а у подальшому і складання, бажана ступінь зазору або натягу між сполученими деталями для забезпечення функціонування має важливе значення. Тому метою цієї роботи є дослідження особливостей позначок граничних виконавчих розмірів деталей дюймової системи, яка заснована на стандарті ANSI.

**Огляд останніх джерел досліджень і публікацій, виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Даним питанням у своїй публікації займався турецький Середньо-східний технічний університет. У роботі [1] висвітлено приклади розрахунку значення зазору або натягу та пояснено основні терміни дюймової системи допусків. Але авторами не відображено, яким чином призначити умовні позначки, їх зв'язок із числовими значеннями, позначення на кресленнях граничних виконавчих розмірів.

**Постановка завдання.** Метою роботи є виділення основних видів сполучень деталей, застосування позначок посадок при конструюванні та позначення граничних виконавчих розмірів у дюймовій системі на робочих кресленнях деталей. Вирішення поставленої задачі буде представлено характеристикою умовних позначок посадок дюймової системи та їх зв'язок із числовими значеннями, наведення прикладів креслень з поясненнями розрахунку граничних розмірів.

**Дослідження десяткової дюймової системи позначень.** У виробництві машин, якість виготовлення складових деталей має першорядне значення. Точність виготовлення деталей продукту визначає його якість, вартість і ціну реалізації.

Кожна деталь машини виконує свої функції. Робочі органи мають певний зв'язок один з одним: вільне обертання, вільне поздовжнє переміщення, обмеження руху, постійне фіксування положення. Досягнення цього зв'язку є необхідним для забезпечення запланованого функціонування деталі.

Відомо, що допуск – це допустимі відхилення для будь-якого заданого розміру, щоб досягти нормальної роботи. У дюймовій системі вимірювання використовується наступна термінологія.

1. Номінальний розмір – розмір, що використовується для загального опису.

2. Основний розмір – розмір, що використовується коли номінальний розмір перетворюється частково в десятковий, і з якого ми отримуємо відхилення для виробництва граничних розмірів.

Наприклад,  $\frac{3}{4}''$  є номінальним розміром, а  $0.7500''$  – основний.

3. Граничні розміри – верхній і нижній допустимі розміри для однієї деталі.

4. Допуск – загальна дозволена зміна розміру деталі. Допуск дорівнює різниці між верхню і нижню межею вимірювань деталі.

5. Двобічний допуск – спосіб виразити допуск, використовуючи як додатні так і від'ємні відхилення від заданого розміру. Наприклад,  $1.250 \pm 0.003''$ . Межа розмірів  $1.247''$  і  $1.253''$ , загальний допуск буде дорівнювати  $0.006''$ .

6. Однобічний допуск – спосіб виразити допуск, використовуючи тільки додатні або від'ємні відхилення від заданого розміру. Наприклад,  $2.125-0.005''$ ;  $1.375+0.003''$ . У першому випадку використовується негативне відхилення ( $-0.005$ ), а в другому випадку використовується додатне відхилення ( $+0.003$ ).

7. Посадка – загальний термін для опису ряду герметичності розроблена на деталі, які збираються одна в іншу, що призводить до певних типів посадок: із зазором, із натягом та перехідна [1].

Десяткова дюймова система заснована на стандарті ANSI (B4.1 – 1979). Міліметрова системи ISO, заснована на стандарті ANSI (B4.2 – 1978). ANSI – Американський національний інститут стандартизації, ISO – Міжнародна організація по стандартизації.

За базовий розмір приймається розрахунковий розмір отвору. До нього додається величина допуску.

Розрахунковий розмір вала буде дорівнювати базовому розміру мінус мінімальний зазор або плюс максимальний натяг; з цього значення буде відніматися допуск, наведений у таблицях [(ANSI B4.1-1979, R1987)].

Приклад. Розрахунок інтервалу значень для  $\varnothing 1''$  у посадці RC7:

- отвір  $\varnothing 1.000^{+0.020}_{-0.000}$  – граничний допуск  $\varnothing 1.02...1.00$ ;

- вал  $\varnothing 1.000^{-0.025}_{-0.037}$  – граничний допуск  $\varnothing 0.975...0.963$ .

Приклад. Розрахунок інтервалу значень для  $\varnothing 1''$  у посадці RC7S:

- отвір  $\varnothing 1.025^{+0.020}_{-0.000}$  – граничний допуск  $\varnothing 1.045...1.025$ ;

- вал  $\varnothing 1.025^{-0.025}_{-0.037}$  – граничний допуск  $\varnothing 1.000...0.988$ .

Стандартні дюймові посадки: призначені тільки для конструювання, не показуються на складальних кресленнях:

- RC – рухома та ковзаюча посадка (із зазором);

- FN – глуха пресована посадка (із натягом);

- LC – перехідна посадка із зазором;

- LT – нерухома перехідна посадка;

- LN – перехідна посадка із натягом.

Дані позначення використовуються разом із чисельними значеннями, які відображають класи посадок. Наприклад, FN4 означає посадку із натягом класу 4

[2,3]. RC – літерні символи використовуються в поєднанні з цифрами. Нижнє число – кращий допуск. Верхнє число – менш переважний допуск (рис. 1).

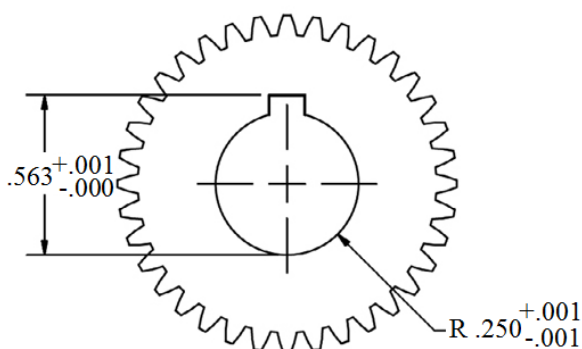


Рис. 1 – Приклад позначення верхньої та нижньої межі допусків

**Використання посадки із зазором (ANSI B4.1-1979, R1987)**

Посадка із зазором (розмір вала завжди менше, ніж отвір, рис. 2).

Допуск на валу: 0,002.

Допуск отвору: 0,002.

Мінімальний зазор:

$1,500 - 1,495 = 0,005$  дюймів.

Максимальний зазор:

$1,502 - 1,493 = 0,009$  дюймів.

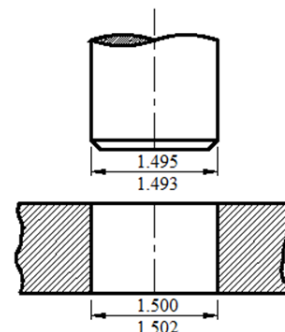


Рис. 2 – Приклад циліндричного з'єднання із зазором

Ковзаючі посадки використовуються в дев'яти випадках:

- RC1 – закриті ковзаючі посадки для точного розташування деталей які мають бути зібрані без помітного люфту;
- RC2 – ковзні посадки для точного розташування, але з великим максимальним зазором, на відміну від RC1;
- RC3 – призначені для точних робіт на малих швидкостях і легкого натягу підшипника, але не використовуються в місцях де відчутна зміна температури;
- RC4 – закрыта робоча посадка. Застосовується в точних машинах з помірною швидкістю і натягом поверхні підшипників, коли точне розташування і бажаний мінімальний люфт;
- RC5 – середні роботи посадки, призначені для високих робочих швидкостей або RC6 або високого натягу на підшипник;
- RC7 – вільні посадки використовуються там де точність не є суттєвою, а також присутні значні коливання температури;
- RC8 – вільні посадки використовуються там, де є серійна промисловість, допуски можуть використовуються в системі вала.

Деякі числові значення посадок із зазором наведені у табл. 1 в тисячних долях дюйма. Усі дані, в таблиці відповідно до угод ABC (американсько-англо-канадська система) [1]. Графічне позначення посадок із зазором наведено на рис. 3.

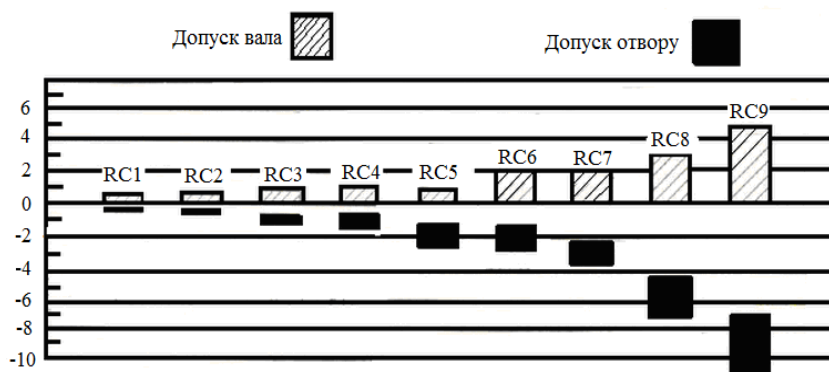


Рис. 3 – Графічне подання посадок із зазором

**Графічне подання ANSI B4.1-1979 посадки із натягом.** Являють собою тип посадки з натягом, яка підтримує постійний тиск на всі розміри. Посадка змінюється безпосередньо зі зміною діаметра (рис. 4):

- FN1 – посадка, яка використовується для легкого складання, і має широке застосування. Вона підходить при складанні чавунних деталей.
- FN2 – посадка, яка використовується для складання звичайних сталевих деталей, застосовується на легких ділянках;
- FN3 – посадка підходить для складання важких сталевих деталей, або для звичайних сталевих деталей.
- FN4 – посадка використовується для деталей, які можуть бути досить

масивними та непрактичними у застосуванні.

Резерв на посадку із натягом на дюйм діаметра зазвичай від  $0,001''$  до  $0,0025''$ . В даний час середня дорівнює  $0,0015''$ .

Припуск на дюйм зазвичай зменшується, так як діаметр деталі збільшується. Таким чином, загальне з урахуванням частини  $\varnothing 2''$  може бути  $0,004''$ . Але для деталі  $\varnothing 8''$  максимальна посадка може бути не більше  $0,009$  або  $0,0010''$ . Деталі, які повинні бути складені шляхом стягування, як правило, виконані циліндричними.

#### Графічне подання ANSI B4.1-1979 перехідної посадки. LC – перехідна

посадка із зазором, для деталей, які добре закріплені, але можуть вільно збиратися і розбиратися (рис. 5). Зручно при використанні для деталей, які вимагають точності розташування з середнім зазором, підходить для вільного складання.

LT – нерухома перехідна посадка розташовується між посадкою із зазором і натягом, коли точність розташування важлива, але малий зазор або допускається натяг (рис. 6).

LN – перехідна посадка із натягом (рис. 7). Використовується коли

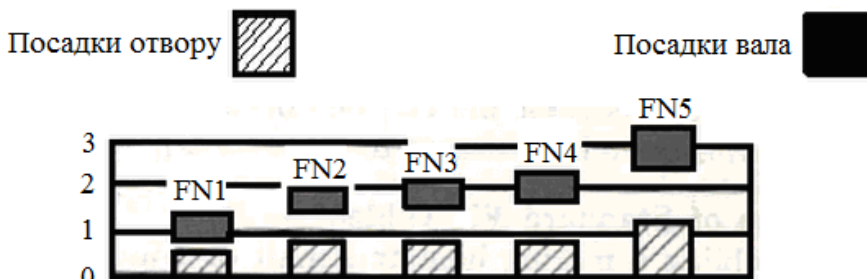


Рис. 4 – Графічне подання посадок із натягом



Рис. 5 – Графічне подання розташування перехідних посадок із зазором

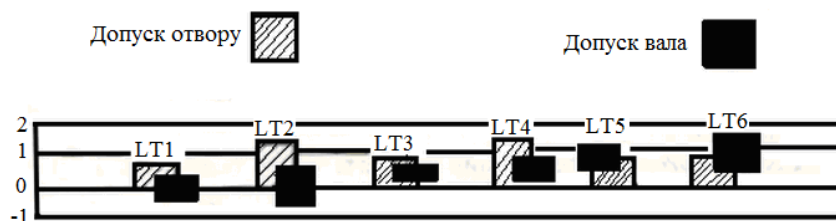


Рис. 6 – Графічне подання нерухомих перехідних посадок

точність розташування має першорядне значення, і для деталей які вимагають суворе центрування, без використання спеціальних калібрів. Такі посадки призначені для передачі навантажень тертям від однієї деталі до іншої [3, 4].

Приведемо приклади позначення граничних розмірів на кресленні (рис. 8).

Допуск базується на типі посадки та межі

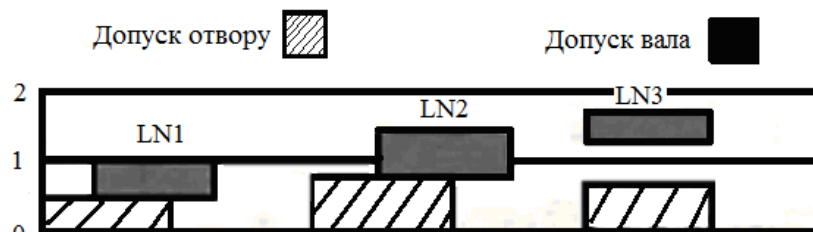


Рис. 7 – Графічне подання перехідних посадок із

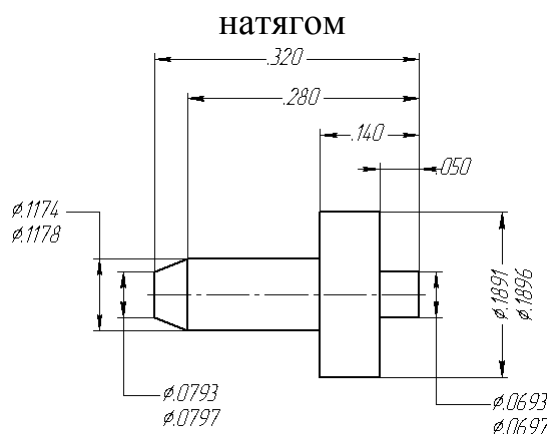


Рис. 8 – Діаметри граничних розмірів посадки RC4

номінальних розмірів, таких як 0 – 12; 12 – 24; 24 – 40; 40 – 71; 71 – 1.19 та 1.19 – 1.97 дюймів. Так, якщо ви маєте номінальний діаметр вала 1 дюйм та посадка RC4 визначає границі отвору та вала. Границі отвору і вала для 1 дюйма номінального діаметра мають вигляд:

- верхня межа отвору =  $1.000 + .0012 = 1.0012$ ;
- нижня межа отвору =  $1.000 + 0 = 1.000$ ;
- верхня межа вала =  $1.000 - .0008 = 0.9992$ ;
- нижня межа вала =  $1.000 - .0016 = 0.9984$ .

Отвір який має розмір  $\phi 1.0012 \dots 1.0000$ , та вал розміру  $\phi 0.9992 \dots 0.9984$ .

**Висновки.** Проведені дослідження виділили основні умовні позначки посадок дюймової системи та охарактеризували їх зв'язок із чисельними значеннями, показали способи позначення граничних виконавчих розмірів, а також геометричних допусків на робочих кресленнях деталей.

**Список літератури:** 1. „Система допусків [Текст] / Турецький Середньо-східний технічний університет, 2003. – 9 с. 2. „Розміри та допуски [Текст] / Американські спілка інженерів-механіків, – ASME Y 14.5M-1999. – 58 с. 3. Frederick, E. Технічне креслення [Текст] / E. Frederick, – N.J.: Prentice Hall, 1997. – 267 с. 4. David, A. Геометричні розміри та допуски [Текст] / A. David, – N.J.: Goodheart-Wilcox Co. Inc., 2003. – 122 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. Turkish Middle East Technical University (2003). Systems of tolerances, 9 p. 2. American Union of mechanical engineers (1999). Dimensions and tolerances. ASME Y 14.5M, 58 p. 3. Frederick E. (1997). Technical drawing. N.J.: Prentice Hall, 267 p. 4. David A. (2003). Geometric dimensioning and tolerancing. N.J.: Goodheart-Wilcox Co. Inc., 122 p.

Надійшла (received) 07.03.2014

УДК 621.432.3

Дослідження особливостей позначень граничних виконавчих розмірів на робочих кресленнях дюймової системи вимірів/ А. В. Васильєв, С. В. Попов, О. Ю. Одринський // Вісник НТУ «ХПІ». Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – Х: НТУ «ХПІ», – 2014. - № 17 (1060).– С.3-8. – Бібліогр.: 4 назв. ISSN 2079-5459

Наведені результати досліджень особливостей використання граничних виконавчих розмірів дюймової системи вимірів, що застосовується при конструюванні і позначенні граничних розмірів на робочих кресленнях деталей для можливості у подальшому використанні для ремонту або експлуатації

**Ключові слова:** допуск, посадка, з'єднання із зазором, з'єднання із натягом, перехідне з'єднання, дюймова система одиниць вимірювання

Приведены результаты исследований особенностей использования обозначений граничных исполнительных размеров дюймовой системы измерений, которые используются при конструировании и простановке граничных размеров на рабочих чертежах деталей для возможности последующего использования для ремонта или эксплуатации

**Ключевые слова:** допуск, посадка, соединение с зазором, соединение с натягом, переходное соединение, дюймовая система единиц измерения

**The research of signs limiting executive sized peculiarities on inch system working drawings measurement/ A.V. Vasilyev, S.V. Popov, A.Y. Odrinsky //Bulletin of NTU “KhPI”. Series: New desicions of modern technologies. – Kharkov: NTU “KhPI”, 2014.-№ 17 (1060).- P.3-8. Bibliogr.:4 . ISSN 2079-5459**

Results of research on the peculiarities of use of boundary executive sized inch system of measurements, which are used in the design and checkboxes limits on the working drawings for the possibility of further use for repairing and operation

**Keywords:** tolerance, fit, compound with clearance, compound with interference, transition compound, sanitary unit system

**УДК 621.81**

*Д. Ю. ЗУБЕНКО*, канд. техн. наук, доц., ХНУГХ, Харьков

## **ИНДИКАТОРНЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ - ИНТЕГРАЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПАРАМЕТР ОТДЕЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ ДВИГАТЕЛЯ**

В статье рассмотрены вопросы неравномерности нагружения цилиндров в двигателях внутреннего сгорания. Показано, каким образом неравномерность нагружения в цилиндрах двигателей внутреннего сгорания влияет на ресурс основных конструктивных элементов машины, надежность работы и расход топлива.

**Ключевые слова:** Двигатели внутреннего сгорания, ресурс двигателя, коэффициент полезного действия.

**Введение.** В процессе эксплуатации дизельных электрических станций возможна такая ситуация, когда цилиндры двигателя нагружены неравномерно. Это приводит к снижению моторесурса двигателя и возникновению отказов. Поэтому в процессе эксплуатации предусматривается [1, 2] контроль степени неравномерности распределения нагрузки по цилиндрам.

**Анализ исследования.** Ее определяет по формуле:

$$\sigma_k = \frac{x_{cp} - x_k}{x_{cp}} \cdot 100\% \quad (1)$$

где:  $\sigma$  – степень неравномерности распределения нагрузки по цилиндрам;  $x_{cp}$  – параметр, характеризующий среднее значение нагрузки цилиндра;  $x_k$  – параметр, характеризующий нагрузку К-го цилиндра.