

Міністерство освіти та науки України

Донбаська державна машинобудівна академія (ДДМА)

**ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ
ПРАКТИКУМ**

**Методичні вказівки до практичних робіт
для студентів всіх спеціальностей галузі знань «Механічна
інженерія» всіх форм навчання**

Краматорськ
ДДМА
2019

Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум. Методичні вказівки до практичних робіт для студентів всіх спеціальностей галузі знань «Механічна інженерія» всіх форм навчання. / Укл. Т. О. Кулік. — Краматорськ : ДДМА, 2019. — 28 с.

Методичні вказівки призначені для студентів, що освоюють курси «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання», «Стандартизація, метрологія, контроль», «Стандартизація та якість продукції», а також «Деталі машин та основи взаємозамінності».

Посібник містить скорочені відомості щодо принципів забезпечення взаємозамінності гладких циліндричних з'єднань, а також контрольні питання, задачі та довідкові дані для їх розв'язання.

Укладач

Т. О. Кулік, ст. викладач.

Відп. за випуск

С. Г. Карнаух, доц.

ЗМІСТ

| | |
|---|-------|
| | стор. |
| Основні визначення взаємозамінності | 3 |
| 1. ПОВЕРХНІ ТА ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ | 4 |
| 1.1 Теоретичні відомості..... | 4 |
| 1.2 Задачі..... | 5 |
| 1.3 Контрольні питання..... | 5 |
| 2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ДОПУСКИ ТА ПОСАДКИ | 6 |
| 2.1 Теоретичні відомості..... | 6 |
| 2.2 Задачі..... | 9 |
| 2.3 Контрольні питання..... | 13 |
| 2.4 Довідкові таблиці | 14 |
| 3. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЄСДП | 15 |
| 3.1 Теоретичні відомості..... | 15 |
| 3.2 Задачі..... | 16 |
| 3.3 Довідкові таблиці..... | 18 |
| 3.4 Контрольні питання | 26 |
| ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ..... | 37 |

ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ВЗАЄМОЗАМІННОСТІ

Для забезпечення конкурентоздатності продукції підприємства необхідно при виготовленні виробів забезпечувати **якість продукції**, під якою розуміють сукупність характеристик об'єкта, які стосуються його здатності задовольнити установлені і передбачені потреби.

Однією з обов'язкових характеристик якісного виробу є **взаємозамінність**, під якою розуміють властивість конструкції виробу забезпечувати можливість установки чи зміни кожної з її незалежно виготовлених деталей чи складальних одиниць при забезпеченні передбачених для цього виробу технічних вимог.

У сучасному виробництві деталі різних видів і конструкцій виготовляють на різних робочих місцях, у різних цехах, навіть на різних підприємствах чи в різних країнах. Деталі в процесі обробки проходять багато технологічних операцій. Однак, завдяки принципу взаємозамінності при складанні виробу будуть цілком забезпечені його показники якості, якщо всі ці деталі було виготовлено строго за відповідними креслениками.

Взаємозамінністьнезабезпечуєтьсяоднієютількиточністю геометричних параметрів. Сучасним напрямком взаємозамінності є **функціональна взаємозамінність**, при якій точність і інші експлуатаційні показники деталей, складальних одиниць і комплектуючих виробів повинні бути узгоджені з призначенням і умовами роботи кінцевої продукції. Взаємозамінність за геометричними параметрами є окремим видом функціональної взаємозамінності.

Взаємозамінність буває повна і неповна, зовнішня й внутрішня.

Повна взаємозамінність дозволяє одержувати задані показники якості без додаткових операцій у процесі складання. За **неповної взаємозамінності** при складанні допускаються операції, пов'язані з підбором і регулюванням деяких деталей і складальних одиниць.

Зовнішня взаємозамінність – це взаємозамінність складальних одиниць і комплектуючих виробів (електродвигунів, підшипників та ін.) за експлуатаційними параметрами і приєднувальними розмірами.

Внутрішня взаємозамінність забезпечується точністю параметрів, що необхідні для складання деталей у складанні одиниці, а складанні одиниці у механізми. Наприклад, це взаємозамінність кульок і кілець вальниць, складальних одиниць ведучого і відомого валів коробки передач та ін.

1. ПОВЕРХНІ ТА ЕЛЕМЕНТИ ДЕТАЛЕЙ

1.1 Теоретичні відомості

Складальні одиниці машин складаються з різної форми деталей. Як правило, деталі з'єднань між собою: рухомо або нерухомо, і обмежуються різного виду поверхнями.

Поверхня – це елемент деталі, що утворює її форму. Поверхні, по яких безпосередньо проходить з'єднання деталей, називають сполученими, а сукупність цих поверхонь – **сполученням**. Решта поверхонь має назву несполучувальні, або **вільні**. Отже, на кресленнику розрізняють розміри сполучувальних та вільних поверхонь.

Деталі характеризуються формою та розмірами поверхонь. Відповідно до форми, елементи деталей неоднаково змінюють свої розміри при виготовленні та спрацюванні поверхонь.

Враховуючи те, яка тенденція зміни розміру поверхні при виготовленні та спрацюванні, елементи конструкції деталі ділять на три групи:

- отвори;
- вали;
- інші.

Отвір – термін, який використовується щодо внутрішніх (охоплюючих) елементів деталей, в тому числі нециліндричні елементи. Розміри поверхонь, що утворюють «отвір» при виготовленні та спрацюванні мають тенденцію до збільшення.

Для умовного позначення отворів використовують прописні (великі) літери.

Вал – термін, який використовується щодо зовнішніх (охоплюваних) елементів деталей. Розміри поверхонь, що утворюють «вал» при виготовленні та спрацюванні мають тенденцію до зменшення.

Для умовного позначення валів використовують малі (рядкові) літери.

Інші – термін, який використовується щодо елементів деталей, які не є ні отворами, ні валами. Це, зокрема, глибини пазів, висоти виступів, міжосьові віддалі і т.п.

Для умовного позначення таких елементів прийнято також використовувати малі літери, хоча в стандартах ЄСДП вказівок на це немає.

1.2 Задачі

1.1 На складальному кресленнику (рис. 1.1) зробити аналіз елементів і поверхонь деталі (див. табл. 1.1).

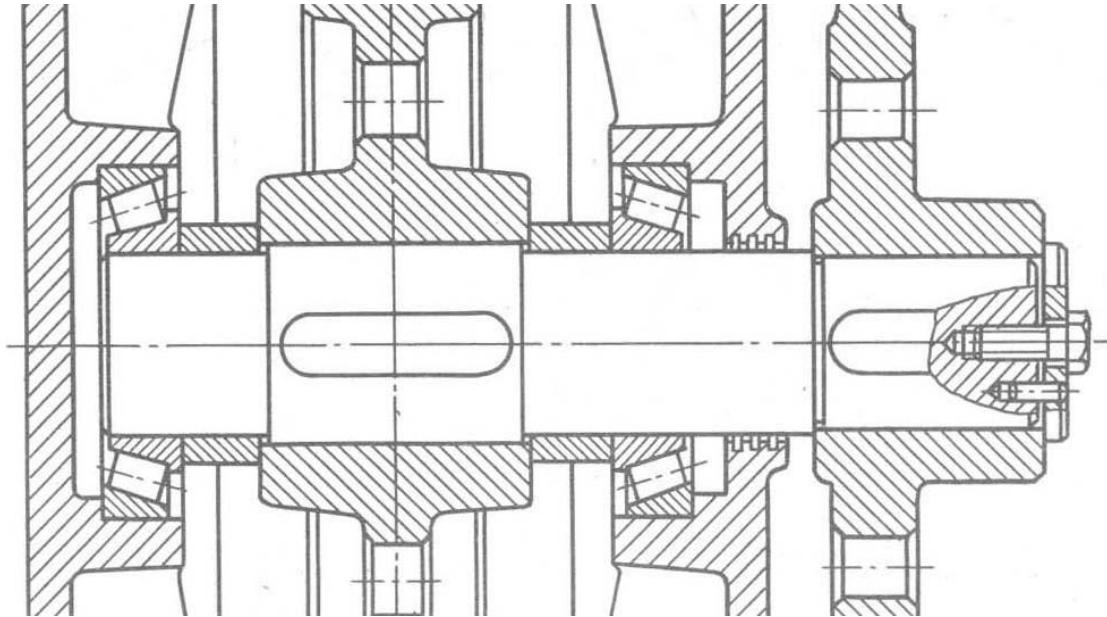


Рис. 1.1 – Складальний кресленник вузла вихідного валу редуктора

Таблиця 1.1 – Похідні дані

| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|--------------------|--------------|------------------|
| вал | глуха кришка | наскрізна кришка |
| дистанційне кільце | зірочка | кінцева шайба |

1.3 Контрольні питання

1. Наведіть приклади внутрішніх і зовнішніх поверхонь різної геометричної форми з ескізами.

2. Які поверхні називають сполученими і не сполученими? Які з них повинні мати вищу точність розмірів, форми і розташування? У яких випадках ставлять жорсткіші вимоги до шорсткості поверхні?

3. Дайте визначення «валу». Позначення валів в кресленнику. Приклади елементів деталей та позначення.

4. Дайте визначення «отвору». Позначення отворів в кресленнику. Приклади елементів деталей та позначення.

5. Дайте визначення «іншим» елементам. Позначення їх в кресленнику. Приклади елементів деталей та позначення.

2. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ПРО ДОПУСКИ ТА ПОСАДКИ

2.1 Теоретичні відомості

2.1.1 Розміри

Розміром називається числове значення лінійної величини в обраних одиницях вимірювання.

Номінальним (D, d) називається розмір, який визначається функціональним призначенням деталі і є початком відліку відхилів кожної деталі з'єднання. Саме він позначається на креслениках деталей. Номінальний розмір має бути заокруглений до ближчого, як правило більшого, розміру із рядів нормальних лінійних розмірів за ГОСТ 6636:2004 (табл.2.1).

Розмір, отриманий безпосередньо вимірюванням з допустимою похибкою, називають **дійсним розміром** (D_d, d_d).

Розмір придатної деталі має бути у встановлених межах. Розміри, між якими має бути або яким може дорівнювати дійсний розмір готової деталі, називають **граничними**:

- *найбільший граничний розмір* (D_{max}, d_{max}) – найбільший допустимий розмір елемента;
- *найменший граничний розмір* (D_{min}, d_{min}) – найменший допустимий розмір елемента.

2.1.2 Відхили

Відхил розміру – це алгебрична різниця між відповідним і номінальним розміром.

Відхили можуть бути: додатні, якщо розмір більший від номінального; від'ємні, якщо розмір менший від номінального, і нульові, якщо розмір виготовленої деталі дорівнює номінальному.

Граничний відхил – це алгебраїчна різниця між граничним і номінальним розмірами.

Граничні відхили бувають (1):

- *верхній відхил* (ES, es) – це алгебраїчна різниця між найбільшим граничним і номінальним розмірами;
- *нижній відхил* (EI, ei) – це алгебраїчна різниця між найменшим граничним і номінальним розмірами.

$$\begin{aligned} ES &= D_{max} - D, & EI &= D_{min} - D; \\ es &= d_{max} - d, & ei &= d_{min} - d. \end{aligned} \quad (1)$$

2.1.3 Допуск

Допуск розміру (TD , Td) – це різниця між найбільшим і найменшим граничними розмірами або граничними відхилами (2).

Допуск завжди додатна величина.

Він є мірою точності розміру: чим менший допуск, тим вищою має бути точність і, навпаки, низька точність характеризується більшим допуском. Допуск безпосередньо впливає на трудомісткість і собівартість виготовлення деталей.

$$\begin{aligned} TD &= D_{max} - D_{min}, & Td &= d_{max} - d_{min}; \\ TD &= ES - EI, & Td &= es - ei. \end{aligned} \quad (2)$$

2.1.4 Поле допуску

Поле допуску – це зона між верхнім і нижнім відхилами.

Поле допуску поняття більш широке, ніж допуск, воно характеризується своєю величиною і розташуванням відносно номінального розміру. При одному й тому самому допуску можуть бути різні за розташуванням поля допусків.

В окремих випадках поле допуску може бути зображене графічно. В цьому випадку його зображують у вигляді прямокутника, верхня і нижня границі якого розташовані відносно нульової лінії відповідно до граничних відхилів, а бокові границі – довільні (див. рис. 2.1).

Нульова лінія -лінія, яка на схемі умовно позначає номінальне значення розміру. Вгору від нульової лінії відкладають додатні відхилення, вниз – від'ємні.

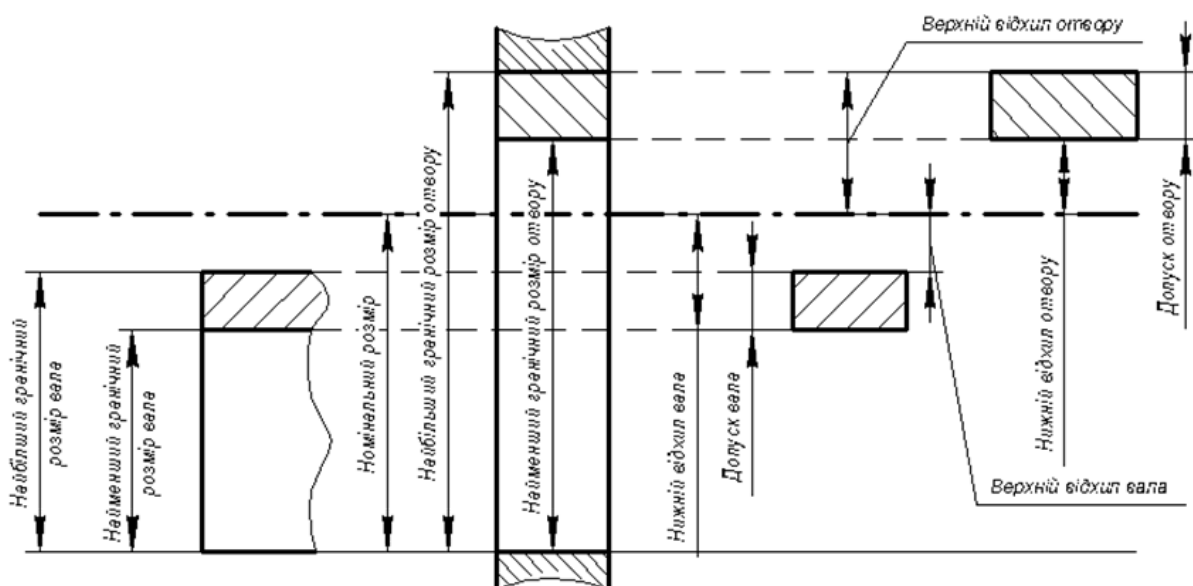


Рис. 2.1 – Схема полів допусків

2.1.5 Посадка

Посадка – характер з'єднання деталей.

Якщо охоплююча деталь більша за охоплювану, така посадка є з **зазором** (рис. 2.2). Якщо охоплювана більша за охоплюючу, то це посадка з **натягом** (рис. 2.3). Якщо комбінація граничних розмірів вала та отвору така, що може бути з'єднання як з зазором, так і з натягом, то це **перехідна** посадка (рис. 2.4).

Посадки характеризуються граничними зазорами та (або) натягами та допуском посадки:

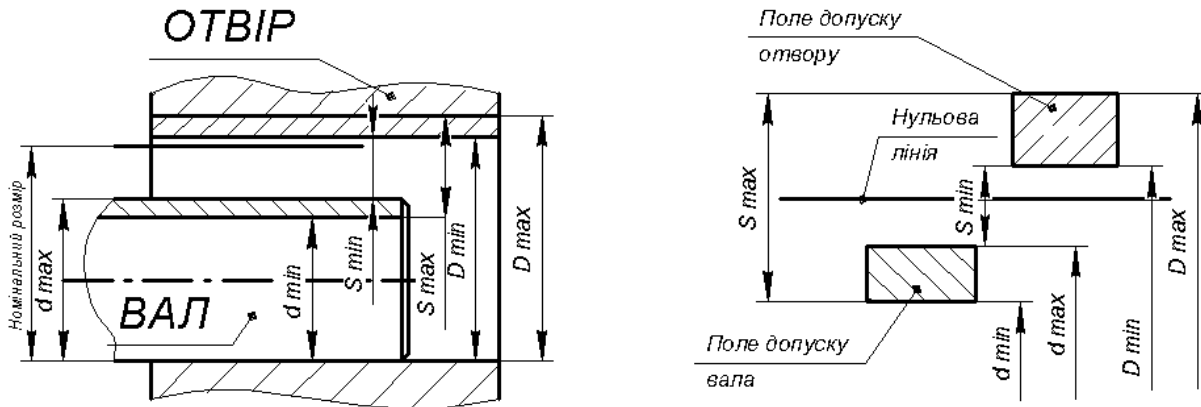


Рис. 2.2 – Посадка з зазором

$$S_{max} = ES - ei ,$$

$$TS = S_{max} - S_{min} ,$$

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

$$TS = TD + Td . \quad (3)$$

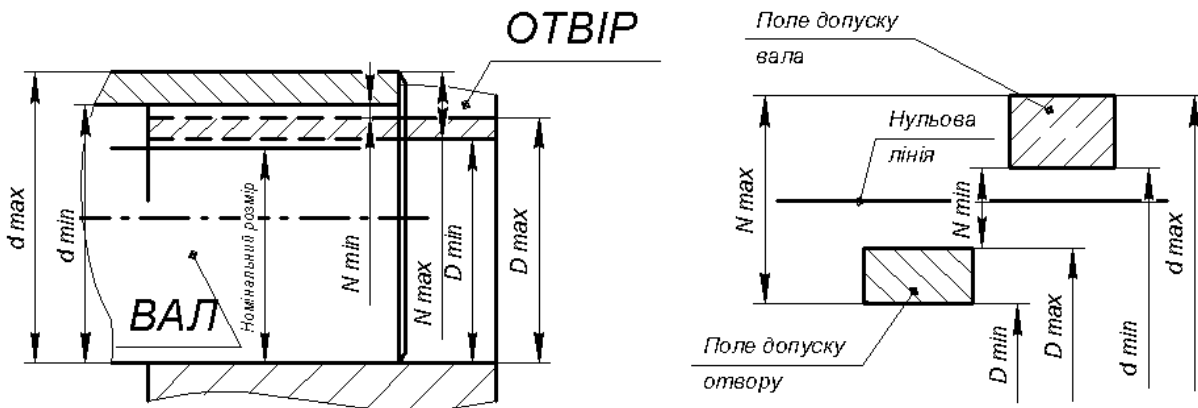


Рис. 2.3 – Посадка з натягом

$$N_{max} = es - EI ,$$

$$TN = N_{max} - N_{min} ,$$

$$N_{min} = ei - ES ;$$

$$TN = TD + Td . \quad (4)$$

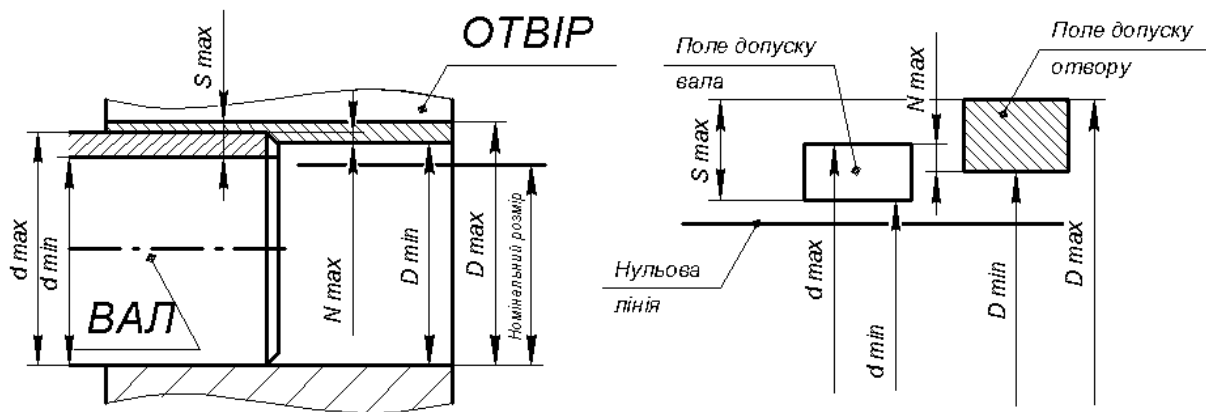


Рис. 2.4 – Посадка перехідна

$$\begin{aligned}
 S_{max} &= ES - ei, & N_{max} &= es - EI; \\
 TP &= S_{max} + N_{max}, & TP &= TD + Td.
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

2.2 Задачі

2.1 Для партії стрижнів установлені граничні розміри d_{max} та d_{min} . У партії є стрижні, що мають розміри d_d . Визначити придатність цих стрижнів шляхом порівняння дійсних розмірів і відхилів з граничними розмірами і відхилами.

Таблиця 2.1 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|----------------|----------|----------|----------|
| d_{max} , мм | 100,000 | 18,014 | 30,025 |
| d_{min} , мм | 99,985 | 17,986 | 30,000 |
| d_d , мм | 99,984 | 18,002 | 30,035 |

2.2 Задано d_{max} , d_{min} , d . Обчислити допуск через граничні розміри та визначити граничні відхили. Записати номінальний розмір з граничними відхилами.

Таблиця 2.2 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|----------------|----------|----------|----------|
| d_{max} , мм | 250,050 | 120,014 | 39,690 |
| d_{min} , мм | 250,034 | 119,089 | 39,520 |
| d , мм | 250 | 120 | 40 |

2.3 Дана посадка з зазором (див. табл.2.3) Визначити граничні відхили, розміри і зазори, а також допуски отвору, вала і посадки.

Таблиця 2.3 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|---------|---|--|---|
| Посадка | $+0,030$ $\varnothing 56 \frac{0}{-0,010}$ $-0,029$ | $+0,030$ $\varnothing 120 \frac{+0,002}{0}$ $-0,029$ | $-0,012$ $\varnothing 250 \frac{-0,045}{-0,310}$ $-0,349$ |

2.4 Дана посадка з натягом (див. табл.2.4) Визначити граничні відхили, розміри і зазори, а також допуски отвору, вала і посадки. Накреслити схему розташування полів допусків.

Таблиця 2.4 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|---------|---|--|--|
| Посадка | $+0,030$ $\varnothing 65 \frac{0}{+0,065}$ $+0,040$ | $-0,030$ $\varnothing 71 \frac{-0,060}{+0,060}$ $+0,030$ | $\pm 0,025$ $\varnothing 150 \frac{+0,180}{+0,080}$ |

2.5 Дана перехідна посадка (див. табл.2.5) Визначити граничні відхили, розміри і зазори, а також допуски отвору, вала і посадки. Накреслити схему полів допусків з'єднання.

Таблиця 2.5 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|---------|---|---|---|
| Посадка | $-0,004$ $\varnothing 80 \frac{-0,050}{0}$ $-0,074$ | $+0,106$ $\varnothing 140 \frac{+0,043}{+0,052}$ $+0,027$ | $\pm 0,025$ $\varnothing 56 \frac{-0,010}{-0,029}$ |

2.6 Визначити вид посадки, розрахувати її характеристики та накреслити схему полів допусків, якщо з'єднуються втулка шатуна і палець поршня двигуна (див. табл. 2.6).

Таблиця 2.6 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|--------|---------------------------------------|--|--|
| Шатун | $\varnothing 6 \frac{+0,022}{+0,010}$ | $\varnothing 20^{+0,018}$ | $\varnothing 18 \frac{+0,043}{+0,016}$ |
| Палець | $\varnothing 6 \frac{+0,018}{+0,008}$ | $\varnothing 20 \frac{+0,028}{+0,015}$ | $\varnothing 18 \frac{+0,023}{+0,012}$ |

2.7 Для розміру 40 мм задано такі відхили (табл. 2.7). Записати розмір із заданими відхилами, визначити допуски і знайти граничні розміри.

Таблиця 2.7 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|------------|----------|----------|----------|
| ES , мкм | +89 | +39 | +160 |
| EI , мкм | +39 | 0 | 0 |
| es , мкм | 0 | +19,5 | 0 |
| ei , мкм | -39 | -19,5 | -100 |

2.8 Визначити номінальні й граничні розміри, граничні відхили і допуски для поверхонь (табл. 2.8).

Таблиця 2.8 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------|----------|----------|----------|
| $D(d)$, мм | 40 | 100 | 15 |
| ES , мкм | +89 | +35 | +35 |
| EI , мкм | +39 | 0 | -35 |
| es , мкм | 0 | +17,5 | 0 |
| ei , мкм | -39 | -17,5 | -70 |

2.9 Задано граничні розміри (табл. 2.9). Визначити граничні відхили, номінальні розміри з граничними відхилами і накреслити спрощену схему розташування полів допусків.

Таблиця 2.9 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|----------------|----------|----------|----------|
| d_{max} , мм | Ø14.0055 | Ø42,042 | Ø90 |
| d_{min} , мм | Ø13.9945 | Ø42,026 | Ø85,978 |

2.10 Виходячи з похідних даних, наведених в таблиці 2.10, визначити номінальний розмір, граничні розміри, граничні відхили та допуск.

Таблиця 2.10 – Варіанти похідних даних

| 1 | 2 | 3 |
|-----------------------|------------------------|--------------------|
| $D_{min} = 70,968$ мм | $D_{max} = 125,020$ мм | $D_{min} = 55,968$ |
| $TD = 46$ мкм | $EI = -43$ мкм | $ES = 0$ |

2.11 За граничними розмірами визначити, яка з двох деталей має більшу точність

Таблиця 2.11 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|-------------------|----------|----------|----------|
| $D_{\max 1}$, мм | 10,15 | 50,076 | 25,121 |
| $D_{\min 1}$, мм | 10 | 50,03 | 25,088 |
| $D_{\max 2}$, мм | 100,22 | 225,686 | 224,95 |
| $D_{\min 2}$, мм | 100 | 225,640 | 224,878 |

2.12 Задано номінальний розмір і граничні відхили вала. Визначити граничні розміри і записати умовне позначення номінального розміру з граничними відхилами

Таблиця 2.12 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|------------|----------|----------|----------|
| D , мм | 16 | 315 | 90 |
| es , мкм | +23 | +405 | 0 |
| ei , мкм | +12 | +405 | -35 |

2.13 Знайти номінальний і дійсний розміри деталі, обчислити граничні відхили, визначити придатність деталі за граничними розмірами і граничними відхилами, навести позначення номінального розміру з граничними відхилами. Накреслити схеми полів допусків за граничними розмірами (не в масштабі) і за граничними відхилами (в масштабі), показати на них дійсний розмір і дійсний відхил.

Таблиця 2.13 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|-----------------|----------|----------|----------|
| d_{\max} , мм | 7,975 | 99,988 | 500,515 |
| d_{\min} , мм | 7,885 | 99,934 | 500,144 |
| e_D , мкм | -120 | -65 | +250 |

2.14 Визначити граничні розміри і відхили, допуски деталей і посадок, зазори і натяги за такими даними (табл. 2.14).

Таблиця 2.14 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|---------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| посадка | +0,011 | +0,011 | +0,017 |
| | $\varnothing 20 \frac{0}{-0,006}$ | $\varnothing 20 \frac{0}{+0,031}$ | $\varnothing 20 \frac{+0,006}{0}$ |
| | -0,014 | +0,023 | -0,008 |
| | | | |

2.15 Відомі такі розміри з'єднання, виконаного в системі отвору: D , Td , ei , TD (табл. 2.15). Визначити: найменший натяг / зазор, допуск посадки, граничні відхилення та розміри отвору.

Таблиця 2.15 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|------------|----------|----------|----------|
| D , мм | 90 | 160 | 30 |
| Td , мкм | 22 | 63 | 21 |
| ei , мкм | -22 | -148 | +35 |
| TD , мкм | 35 | 63 | 13 |

2.16 Для посадки в системі вала відомо: D , S_{max} , S_{min} , $TD=Td$. Визначити граничні розміри і відхилення, допуски розмірів та посадки. Накреслити схему полів допусків.

Таблиця 2.16 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|-----------------|----------|----------|----------|
| D , мм | 50 | 30 | 100 |
| S_{max} , мкм | 152 | 325 | 228 |
| S_{min} , мкм | 60 | 65 | 120 |

2.17 Визначити граничні відхилення, розміри, натяги і зазори; допуски отвору, вала та посадки; граничні натяги чи зазори. Накреслити схему розташування полів допусків.

Таблиця 2.17 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|---------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| посадка | +0,014 | -0,085 | -0,010 |
| | $\varnothing 4 \frac{0}{-0,020}$ | $\varnothing 160 \frac{-0,125}{0}$ | $\varnothing 100 \frac{-0,045}{0}$ |
| | -0,034 | +0,025 | -0,022 |
| | | | |

2.3 Контрольні питання

1. Які розміри називають номінальними і як їх визначити?
2. Які розміри називають дійсними? Від чого залежать і в яких межах повинні бути їх числові значення?
3. Різновиди і призначення граничних розмірів
4. Що називають допуском? Наведіть формули для обчислення допуску через граничні розміри отвору і вала
5. Що називають відхиленням розміру? Наведіть формули для обчислення дійсних, граничних і середніх відхилень.

6. Графічний спосіб зображення полів допусків через граничні відхили і його переваги.

7. Чи може допуск дорівнювати нулю або бути від'ємним?

8. В якій розмірності показують відхили і допуски на креслениках і в довідниках?

9. Правила позначення допусків і граничних відхилів на креслениках

2.4 Довідкові таблиці

Таблиця 2. 18 – Нормальні лінійні розміри

| Ra5 (R`5) | Ra10 (R`10) | Ra20 (R`20) | Ra40 (R`40) | Ra5 (R`5) | Ra10 (R`10) | Ra20 (R`20) | Ra40 (R`40) | Ra5 (Ra`5) | Ra10 (R`10) | Ra20 (R`20) | Ra40 (R`40) |
|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|----------------|----------------|----------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 25 | 25 | 25 | 25 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| | | | 2,6 | | | | 26 | | | | 260 |
| | | 2,8 | 2,8 | | | 28 | 28 | | | 280 | 280 |
| | | | 3,0 | | | | 30 | | | | 300 |
| | 3,2 | 3,2 | 3,2 | | 32 | 32 | 32 | | 320 | 320 | 320 |
| | | | 3,4 | | | | 34 | | | | 340 |
| | | | 3,6 | | | 36 | 36 | | | 360 | 360 |
| | | | 3,8 | | | | 38 | | | | 380 |
| 4,0 | 4,0 | 4,0 | 4,0 | 40 | 40 | 40 | 40 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| | | | 4,2 | | | | 42 | | | | 420 |
| | | 4,5 | 4,5 | | | 45 | 45 | | | 450 | 450 |
| | | | 4,8 | | | | 48 | | | | 480 |
| | 5,0 | 5,0 | 5,0 | | 50 | 50 | 50 | | 500 | 500 | 500 |
| | | | 5,3 | | | | 53 | | | | 530 |
| | | 5,6 | 5,6 | | | 56 | 56 | | | 560 | 560 |
| | | | 6,0 | | | | 60 | | | | 600 |
| 6,3 | 6,3 | 6,3 | 6,3 | 63 | 63 | 63 | 63 | 630 | 630 | 630 | 630 |
| | | | 6,7 | | | | 67 | | | | 670 |
| | | 7,1 | 7,1 | | | 71 | 71 | | | 710 | 710 |
| | | | 7,5 | | | | 75 | | | | 750 |
| | 8,0 | 8,0 | 8,0 | | 80 | 80 | 80 | | 800 | 800 | 800 |
| | | | 8,5 | | | | 85 | | | | 850 |
| | | 9,0 | 9,0 | | | 90 | 90 | | | 900 | 900 |
| | | | 9,5 | | | | 95 | | | | 950 |
| 10 | 10 | 10 | 10 | 100 | 100 | 100 | 100 | 1000 | 1000 | 1000 | 1000 |
| | | | 10,5 | | | | 105 | | | | 1050 |
| | | 11 | 11 | | | 110 | 110 | | | 1100 | 1100 |
| | | | 11,5 | | | | 115 | | | | 1150 |
| | 12 | 12 | 12 | | 120 | 120 | 120 | | 1200 | 1200 | 1200 |
| | | | 13 | | | | 130 | | | | 1300 |
| | | 14 | 14 | | | 140 | 140 | | | 1400 | 1400 |
| | | | 15 | | | | 150 | | | | 1500 |
| 16 | 16 | 16 | 16 | 160 | 160 | 160 | 160 | 1600 | 1600 | 1600 | 1600 |
| | | | 17 | | | | 170 | | | | 1700 |
| | | 18 | 18 | | | 180 | 180 | | | 1800 | 1800 |
| | | | 19 | | | | 190 | | | | 1900 |
| | 20 | 20 | 20 | | 200 | 200 | 200 | | 2000 | 2000 | 2000 |
| | | | 21 | | | | 210 | | | | 2100 |
| | | 22 | 22 | | | 220 | 220 | | | 2200 | 2200 |
| | | | 24 | | | | 240 | | | | 2400 |

3. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ ЄСДП (єдиної системи допусків та посадок)

3.1 Теоретичні відомості

Єдиною системою допусків і посадок (ЄСДП) називається сукупність рядів допусків і посадок, закономірно побудованих на основі виробничого досвіду і оформлених у вигляді стандартів.

ЄСДП будується на ряді принципів, що стосуються: інтервалів номінальних розмірів, квалітетів, основних відхилів, системи посадок та температурного режиму.

Кожний вид деталі різного призначення виготовляють з різною точністю. Для нормування відповідних рівнів точності встановлені квалітети. Квалітет визначає допуск на виготовлення, а також відповідні методи і засоби обробки та контролю деталей машин.

Квалітет – сукупність допусків, що характеризуються постійною відносною точністю для всіх номінальних розмірів даного діапазону.

Скорочено допуск за одним із квалітетів позначається латинськими літерами IT і номером квалітету. Наприклад, IT6, IT14 означає допуск за шостим і чотирнадцятим квалітетами.

Розміщення поля допуску відносно нульової лінії визначається **основним відхилом** (ближчим до нульової лінії: верхнім або нижнім).

Для всіх полів допусків, що розміщені нижче від нульової лінії, основним є верхній відхил (es або ES), а для полів допусків, що розташовані вище нульової лінії, основним є нижній відхил (ei або EI).

Поле допуску характеризується також віддаленим відхилом, який розраховують за основним відхилом і допуском. Для тих полів допусків, у яких основним є верхній відхил, нижній відхил визначають за формулами:

$$EI = ES - TD, \quad ei = es - Td \quad (6)$$

Якщо основний відхил нижній, то верхній визначають за формулами:

$$ES = EI + TD, \quad es = ei + Td. \quad (7)$$

У наведених формулах основні відхили підставляють з їх знаками. Основні відхили позначають літерами латинської абетки: прописними для отворів ($A \dots ZC$) і рядними для валів ($a \dots zc$).

Посадки передбачені в двох системах: системі посадок основного отвору і системі посадок основного вала.

Система посадок основного отвору або просто **система отвору** – це сукупність посадок, в яких основні відхили отворів однакові, а різні посадки досягаються зміною граничних відхилень валів.

Система посадок основного вала або просто **система валу**- це сукупність посадок, в яких основні відхили валів однакові, а різні посадки досягаються зміною граничних відхилень отворів.

Основна деталь (отвірчи вал)- це деталь, в якій основний відхил дорівнює нулю, а поле допуску розташовано у тіло деталі. При позначенні посадок в системі отвору в чисельнику завжди буде стояти основний відхил отвору «Н», а системі валу в знаменнику основний відхил валу «h».

3.2 Задачі

3.1 Допуск номінального розміру d_1 становить Td_1 . На різні ділянки деталі з номінальним розміром d_2 встановлено декілька допусків: Td_2 , Td_3 , Td_4 . Визначити, як співвідноситься точність допусків ділянок валу з допуском Td_1 .

Таблиця 3.1 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------|----------|----------|----------|
| d_1 , мм | 60 | 450 | 80 |
| Td_1 , мкм | 46 | 97 | 300 |
| d_2 , мм | 180 | 6 | 180 |
| Td_2 , мкм | 25 | 18 | 290 |
| Td_3 , мкм | 63 | 120 | 115 |
| Td_4 , мкм | 250 | 48 | 185 |

3.2 Визначити граничні відхили діаметра шийки валу, якщо на кресленнику вказано позначення поля допуску (див. табл. 3.2)

Таблиця 3.2 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|--------------|------------------|------------------|------------------|
| поле допуску | $\emptyset 60e8$ | $\emptyset 40p7$ | $\emptyset 60x6$ |

3.3 Для отвору втулки діаметром 50 мм вибрати умовне позначення основного відхилу, якщо його числове значення EI, EI вказані в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Варіанти похідних даних

| | 1 | 2 | 3 |
|------------|----------|----------|----------|
| ES , мкм | +34 | +19 | -17 |
| EI , мкм | +9 | -19 | -42 |

3.4 Для гладкого циліндричного з'єднання (див. табл. 3.4) встановити систему посадки, квалітети отвору і вала, характер посадки (попередньо).

Таблиця 3.4 – Варіанти похідних даних

| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| посадка | $\varnothing 60 \frac{H8}{g7}$ | $\varnothing 40 \frac{N8}{h8}$ | $\varnothing 60 \frac{H12}{h11}$ |

3.5 Визначити: граничні розміри отвору і вала; допуски отвору і вала; граничні значення зазору або натягу в з'єднанні; допуск посадки (табл. 3.5)

Таблиця 3.5 – Варіанти похідних даних

| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|---------|--------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| посадка | $\varnothing 75 \frac{V7}{v7}$ | $\varnothing 18 \frac{M6}{h6}$ | $\varnothing 48 \frac{H10}{js9}$ |

3.6 Задано основний відхил вала. Обчислити основний відхил отвору, записати умовні позначення полів допусків вала та отвору, накреслити схему полів допусків (табл. 3.6).

Таблиця 3.6 – Варіанти похідних даних

| | <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
|---------------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Діаметр вала, мм | $\varnothing 65$ | $\varnothing 90$ | $\varnothing 150$ |
| Основний відхил вала, мкм | +11 | +23 | +43 |
| Квалітет вала | 7 | 7 | 5 |
| Квалітет отвору | 7 | 8 | 6 |

3.3 Довідкові таблиці

Таблиця 3.7 – Допуски для розмірів до 500 мм (3...11 квалітети)

| Номинальні розміри, мм | Квалітети | | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| | Позначення допусків | | | | | | | | |
| | IT3 | IT4 | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 |
| | Допуски, мкм | | | | | | | | |
| >> 3 | 2 | 3 | 4 | 6 | 10 | 14 | 25 | 40 | 60 |
| >> 3 >> 6 | 2.5 | 4 | 5 | 8 | 12 | 18 | 30 | 48 | 75 |
| >> 6 >> 10 | 2.5 | 4 | 6 | 9 | 15 | 22 | 36 | 58 | 90 |
| >> 10 >> 18 | 3 | 5 | 8 | 11 | 18 | 27 | 43 | 70 | 110 |
| >> 18 >> 30 | 4 | 6 | 9 | 13 | 21 | 33 | 52 | 84 | 130 |
| >> 30 >> 50 | 4 | 7 | 11 | 16 | 25 | 39 | 62 | 100 | 160 |
| >> 50 >> 80 | 5 | 8 | 13 | 19 | 30 | 46 | 74 | 120 | 190 |
| >> 80 >> 120 | 6 | 10 | 15 | 22 | 35 | 54 | 87 | 140 | 220 |
| >> 120 >> 180 | 8 | 12 | 18 | 25 | 40 | 63 | 100 | 160 | 250 |
| >> 180 >> 250 | 10 | 14 | 20 | 29 | 46 | 72 | 115 | 185 | 290 |
| >> 250 >> 315 | 12 | 16 | 23 | 32 | 52 | 81 | 130 | 210 | 320 |
| >> 315 >> 400 | 13 | 18 | 25 | 36 | 57 | 89 | 140 | 230 | 360 |
| >> 400 >> 500 | 15 | 20 | 27 | 40 | 63 | 97 | 155 | 250 | 400 |

Таблиця 3.8 – Допуски для розмірів до 500 мм (12...18 квалітети)

| Номинальні розміри, мм | Квалітети | | | | | | |
|------------------------|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| | Позначення допусків | | | | | | |
| | IT12 | IT13 | IT14 | IT15 | IT16 | IT17 | IT18 |
| | Допуски, мм | | | | | | |
| >> 3 | 0.1 | 0.14 | 0.25 | 0.4 | 0.6 | 1.0 | 1.4 |
| >> 3 >> 6 | 0.12 | 0.18 | 0.3 | 0.48 | 0.75 | 1.2 | 1.8 |
| >> 6 >> 10 | 0.15 | 0.22 | 0.36 | 0.58 | 0.9 | 1.5 | 2.2 |
| >> 10 >> 18 | 0.18 | 0.27 | 0.43 | 0.7 | 1.1 | 1.8 | 2.7 |
| >> 18 >> 30 | 0.21 | 0.33 | 0.52 | 0.84 | 1.3 | 2.1 | 3.3 |
| >> 30 >> 50 | 0.25 | 0.39 | 0.62 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 3.9 |
| >> 50 >> 80 | 0.3 | 0.46 | 0.74 | 1.2 | 1.9 | 3.0 | 4.6 |
| >> 80 >> 120 | 0.35 | 0.54 | 0.87 | 1.4 | 2.2 | 3.5 | 5.4 |
| >> 120 >> 180 | 0.4 | 0.63 | 1.0 | 1.6 | 2.5 | 4.0 | 6.3 |
| >> 180 >> 250 | 0.46 | 0.72 | 1.15 | 1.85 | 2.9 | 4.6 | 7.2 |
| >> 250 >> 315 | 0.52 | 0.81 | 1.3 | 2.1 | 3.2 | 5.2 | 8.1 |
| >> 315 >> 400 | 0.57 | 0.89 | 1.4 | 2.3 | 3.6 | 5.7 | 8.9 |
| >> 400 >> 500 | 0.63 | 0.97 | 1.55 | 2.5 | 4.0 | 6.3 | 9.7 |

Таблиця 3.9 — Значення основних відхилів отворів, мкм

| Позначення | Нижній відхил EI | | | | | | | | Js | |
|------------------------|------------------|-------|------|------|------|------|-----|-----|----|------------------------|
| | A | B | C | D | E | F | G | H | | |
| Квалітет | Всі квалітети | | | | | | | | | |
| Номінальні розміри, мм | До 3 | +270 | +140 | +60 | +20 | +14 | +6 | +2 | 0 | Граничні відхили ±IT/2 |
| | Св.3 до 6 | +270 | +140 | +70 | +30 | +20 | +10 | +4 | 0 | |
| | »6»10 | +280 | +150 | +80 | +40 | +25 | +13 | +5 | 0 | |
| | »10»14 | +290 | +150 | +95 | +50 | +32 | +16 | +6 | 0 | |
| | »14»18 | +290 | +150 | +95 | +50 | +32 | +16 | +6 | 0 | |
| | »18»24 | +300 | +160 | +110 | +65 | +40 | +20 | +7 | 0 | |
| | »24»30 | +300 | +160 | +110 | +65 | +40 | +20 | +7 | 0 | |
| | »30»40 | +310 | +170 | +120 | +80 | +50 | +25 | +9 | 0 | |
| | »40»50 | +320 | +180 | +130 | +80 | +50 | +25 | +9 | 0 | |
| | »50»65 | +340 | +190 | +140 | +100 | +60 | +30 | +10 | 0 | |
| | »65»80 | +360 | +200 | +150 | +100 | +60 | +30 | +10 | 0 | |
| | »80»100 | +380 | +220 | +170 | +120 | +72 | +36 | +12 | 0 | |
| | »100»120 | +410 | +240 | +180 | +120 | +72 | +36 | +12 | 0 | |
| | »120» 140 | +460 | +260 | +200 | +145 | +85 | +43 | +14 | 0 | |
| | »140»160 | +520 | +280 | +210 | +145 | +85 | +43 | +14 | 0 | |
| | »160»180 | +580 | +310 | +230 | +145 | +85 | +43 | +14 | 0 | |
| | »180»200 | +660 | +340 | +240 | +170 | +100 | +50 | +15 | 0 | |
| | »200»225 | +740 | +380 | +260 | +170 | +100 | +50 | +15 | 0 | |
| | »225»250 | +820 | +420 | +280 | +170 | +100 | +50 | +15 | 0 | |
| | »250»280 | +920 | +480 | +300 | +190 | +110 | +56 | +17 | 0 | |
| | »280»315 | +1050 | +540 | +330 | +190 | +110 | +56 | +17 | 0 | |
| | »315»355 | +1200 | +600 | +360 | +210 | +125 | +62 | +18 | 0 | |
| | »355»400 | +1350 | +680 | +400 | +210 | +125 | +62 | +18 | 0 | |
| »400»450 | +1500 | +760 | +440 | +230 | +135 | +68 | +20 | 0 | | |
| »450»500 | +1650 | +840 | +480 | +230 | +135 | +68 | +20 | 0 | | |

Таблиця 3.10 — Значення основних відхилів отворів, мкм

| Позначення | | Верхній відхил <i>ES</i> | | | | | | | | |
|------------------------|-----------|--------------------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | J | | | K | | M | | N | |
| Квалітет | | 6 | 7 | 8 | До 8 | Св. 8 | До 8 | Св. 8 | До 8 | Св. 8 |
| Номинальні розміри, мм | До 3 | +2 | +4 | +6 | 0 | 0 | -2 | -2 | -4 | -4 |
| | Св.3 до 6 | +5 | +6 | +10 | -1+Δ | — | -4+Δ | -4 | -8+Δ | 0 |
| | »6»10 | +5 | +8 | +12 | -1+Δ | — | -6+Δ | -6 | -10+Δ | 0 |
| | »10»14 | +6 | +10 | +15 | -2+Δ | — | -7+Δ | -7 | -12+Δ | 0 |
| | »14»18 | +6 | +10 | +15 | -2+Δ | — | -7+Δ | -7 | -12+Δ | 0 |
| | »18»24 | +8 | +12 | +20 | -2+Δ | — | -8+Δ | -8 | -15+Δ | 0 |
| | »24»30 | +8 | +12 | +20 | -2+Δ | — | -8+Δ | -8 | -15+Δ | 0 |
| | »30»40 | +10 | +14 | +24 | -2+Δ | — | -9+Δ | -9 | -17+Δ | 0 |
| | »40»50 | +10 | +14 | +24 | -2+Δ | — | -9+Δ | -9 | -17+Δ | 0 |
| | »50»65 | +13 | +18 | +28 | -2+Δ | — | -11+Δ | -11 | -20+Δ | 0 |
| | »65»80 | +13 | +18 | +28 | -2+Δ | — | -11+Δ | -11 | -20+Δ | 0 |
| | »80»100 | +16 | +22 | +34 | -3+Δ | — | -13+Δ | -13 | -23+Δ | 0 |
| | »100»120 | +16 | +22 | +34 | -3+Δ | — | -13+Δ | -13 | -23+Δ | 0 |
| | »120»140 | +18 | +26 | +41 | -3+Δ | — | -15+Δ | -15 | -27+Δ | 0 |
| | »140»160 | +18 | +26 | +41 | -3+Δ | — | -15+Δ | -15 | -27+Δ | 0 |
| | »160»180 | +18 | +26 | +41 | -3+Δ | — | -15+Δ | -15 | -27+Δ | 0 |
| | »180»200 | +22 | +30 | +47 | -4+Δ | — | -17+Δ | -17 | -31+Δ | 0 |
| | »200»225 | +22 | +30 | +47 | -4+Δ | — | -17+Δ | -17 | -31+Δ | 0 |
| | »225»250 | +22 | +30 | +47 | -4+Δ | — | -17+Δ | -17 | -31+Δ | 0 |
| | »250»280 | +25 | +36 | +55 | -4+Δ | — | -20+Δ | -20 | -34+Δ | 0 |
| »280»315 | +25 | +36 | +55 | -4+Δ | — | -20+Δ | -20 | -34+Δ | 0 | |
| »315»355 | +29 | +39 | +60 | -4+Δ | — | -21+Δ | -21 | -37+Δ | 0 | |
| »355»400 | +29 | +39 | +60 | -4+Δ | — | -21+Δ | -21 | -37+Δ | 0 | |
| »400»450 | +33 | +43 | +66 | -5+Δ | — | -23+Δ | -23 | -40+Δ | 0 | |
| »450»500 | +33 | +43 | +66 | -5+Δ | — | -23+Δ | -23 | -40+Δ | 0 | |

Таблиця 3.11 — Значення поправки Δ , мкм

| <i>Квалітет</i> | | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------------------------|-------------|-----|-----|----|----|----|----|
| Номінальні розміри, мм | До 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Св. 3 до 6 | 1 | 1,5 | 1 | 3 | 4 | 6 |
| | » 6 » 10 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 6 | 7 |
| | » 10 » 14 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 9 |
| | » 14 » 18 | 1 | 2 | 3 | 3 | 7 | 9 |
| | » 18 » 24 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 |
| | » 24 » 30 | 1,5 | 2 | 3 | 4 | 8 | 12 |
| | » 30 » 40 | 1,5 | 3 | 4 | 5 | 9 | 14 |
| | » 40 » 50 | 1,5 | 3 | 4 | 5 | 9 | 14 |
| | » 50 » 65 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 15 |
| | » 65 » 80 | 2 | 3 | 5 | 6 | 11 | 15 |
| | » 80 » 100 | 2 | 4 | 5 | 7 | 12 | 19 |
| | » 100 » 120 | 2 | 4 | 5 | 7 | 12 | 19 |
| | » 120 » 140 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 |
| | » 140 » 160 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 |
| | » 160 » 180 | 3 | 4 | 6 | 7 | 15 | 23 |
| | » 180 » 200 | 4 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 |
| | » 200 » 225 | 4 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 |
| | » 225 » 250 | 4 | 4 | 6 | 9 | 17 | 26 |
| | » 250 » 280 | 4 | 4 | 7 | 9 | 20 | 29 |
| | » 280 » 315 | 4 | 4 | 7 | 9 | 20 | 29 |
| | » 315 » 355 | 4 | 5 | 7 | 11 | 21 | 32 |
| » 355 » 400 | 4 | 5 | 7 | 11 | 21 | 32 | |
| » 400 » 450 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 | |
| » 450 » 500 | 5 | 5 | 7 | 13 | 23 | 34 | |

Таблиця 3.12 — Значення основних відхилів отворів, мкм

| Позначення | Верхній відхил <i>ES</i> | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | P | R | S | T | U | V | X | Y | Z | ZA | ZB | ZC | |
| Квалітет | Св.7 (до 7: відхил як для св. 7, збільшений на Δ) | | | | | | | | | | | | |
| Номинальні розміри, мм | До 3 | -6 | -10 | -14 | – | -18 | – | -20 | – | -26 | -32 | -40 | -60 |
| | Св. 3 до 6 | -12 | -15 | -19 | – | -23 | – | -28 | – | -35 | -42 | -50 | -80 |
| | «6 «10 | -15 | -19 | -23 | – | -28 | – | -34 | – | -42 | -52 | -67 | -97 |
| | «10 «14 | -18 | -23 | -28 | – | -33 | -39 | -40 | – | -50 | -64 | -90 | -130 |
| | «14 «18 | -18 | -23 | -28 | – | -33 | -39 | -45 | – | -60 | -77 | -108 | -150 |
| | «18 «24 | -22 | -28 | -35 | – | -41 | -47 | -54 | -63 | -73 | -98 | -136 | -188 |
| | «24 «30 | -22 | -28 | -35 | -41 | -48 | -55 | -64 | -75 | -88 | -118 | -160 | -218 |
| | «30 «40 | -26 | -34 | -43 | -48 | -60 | -68 | -80 | -94 | -112 | -148 | -200 | -274 |
| | «40 «50 | -26 | -34 | -43 | -54 | -70 | -81 | -97 | -114 | -136 | -180 | -242 | -325 |
| | «50 «65 | -32 | -41 | -53 | -66 | -87 | -102 | -122 | -144 | -172 | -226 | -300 | -405 |
| | «65 «80 | -32 | -43 | -59 | -75 | -102 | -120 | -146 | -174 | -210 | -274 | -360 | -480 |
| | «80 «100 | -37 | 51 | -71 | -91 | -124 | -146 | -178 | -214 | -258 | -335 | -445 | -585 |
| | «100«120 | -37 | 54 | -79 | -104 | -144 | -172 | -210 | -254 | -310 | -400 | -525 | -690 |
| | «120«140 | -43 | -63 | -92 | -122 | -170 | -202 | -248 | -300 | -365 | -470 | -620 | -800 |
| | «140«160 | -43 | -65 | -100 | -134 | -190 | -228 | -280 | -340 | -415 | -535 | -700 | -900 |
| | «160«180 | -43 | -68 | -108 | -146 | -210 | -252 | -310 | -380 | -465 | -600 | -780 | -1000 |
| | «180«200 | -50 | -77 | -122 | -166 | -236 | -284 | -350 | -425 | -520 | -670 | -880 | -1150 |
| | «200«225 | -50 | -80 | -130 | -180 | -258 | -310 | -385 | -470 | -575 | -740 | -960 | -1250 |
| | «225«250 | -50 | -84 | -140 | -196 | -284 | -340 | -425 | -520 | -640 | -820 | -1050 | -1350 |
| | «250«280 | -56 | -94 | -158 | -218 | -315 | -385 | -475 | -580 | -710 | -920 | -1200 | -1550 |
| «280«315 | -56 | -98 | -170 | -240 | -350 | -425 | -525 | -650 | -790 | -1000 | -1300 | -1700 | |
| «315«355 | -62 | -108 | -190 | -268 | -390 | -475 | -590 | -730 | -900 | -1150 | -1500 | -1900 | |
| «355«400 | -62 | -114 | -208 | -294 | -435 | -530 | -660 | -820 | -1000 | -1300 | -1650 | -2100 | |
| «400«450 | -68 | -126 | -232 | -330 | -490 | -595 | -740 | -920 | -1100 | -1450 | -1850 | -2400 | |
| «450«500 | -68 | -162 | -252 | -360 | -540 | -660 | -820 | -1000 | -1250 | -1600 | -2100 | -2600 | |

Таблиця 3.13 — Значення основних відхилів валів, мкм

| Позначення | | Верхній відхил e_s | | | | | | | | | | | js |
|------------------------|-------------|----------------------|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|---|-----------------------------|
| | | a | b | c | cd | d | e | ef | f | fg | g | h | |
| Квалітет | | Всі квалітети | | | | | | | | | | | |
| Номинальні розміри, мм | До 3 | -270 | -140 | -60 | -34 | -20 | -14 | -10 | -6 | -4 | -2 | 0 | Граничні відхили $\pm IT/2$ |
| | Св. 3 до 6 | -270 | -140 | -70 | -46 | -30 | -20 | -14 | -10 | -6 | -4 | 0 | |
| | » 6 » 10 | -280 | -150 | -80 | -56 | -40 | -25 | -18 | -13 | -8 | -5 | 0 | |
| | » 10 » 14 | -290 | -150 | -95 | — | -50 | -32 | — | -16 | — | -6 | 0 | |
| | » 14 » 18 | -290 | -150 | -95 | — | -50 | -32 | — | -16 | — | -6 | 0 | |
| | » 18 » 24 | -300 | -160 | -110 | — | -65 | -40 | — | -20 | — | -17 | 0 | |
| | » 24 » 30 | -300 | -160 | -110 | — | -65 | -40 | — | -20 | — | -17 | 0 | |
| | » 30 » 40 | -310 | -170 | -120 | — | -80 | -50 | — | -25 | — | -9 | 0 | |
| | » 40 » 50 | -320 | -180 | -130 | — | -80 | -50 | — | -25 | — | -9 | 0 | |
| | » 50 » 65 | -340 | -190 | -140 | — | -100 | -60 | — | -30 | — | -10 | 0 | |
| | » 65 » 80 | -360 | -200 | -150 | — | -100 | -60 | — | -30 | — | -10 | 0 | |
| | » 80 » 100 | -380 | -220 | -170 | — | -120 | -72 | — | -36 | — | -12 | 0 | |
| | » 100 » 120 | -410 | -240 | -180 | — | -120 | -72 | — | -36 | — | -12 | 0 | |
| | » 120 » 140 | -460 | -260 | -200 | — | -145 | -85 | — | -43 | — | -14 | 0 | |
| | » 140 » 160 | -520 | -280 | -210 | — | -145 | -85 | — | -43 | — | -14 | 0 | |
| | » 160 » 180 | -580 | -310 | -230 | — | -145 | -85 | — | -43 | — | -14 | 0 | |
| | » 180 » 200 | -660 | -340 | -240 | — | -170 | -100 | — | -50 | — | -15 | 0 | |
| | » 200 » 225 | -740 | -380 | -260 | — | -170 | -100 | — | -50 | — | -15 | 0 | |
| | » 225 » 250 | -820 | -420 | -280 | — | -170 | -100 | — | -50 | — | -15 | 0 | |
| | » 250 » 280 | -920 | -480 | -300 | — | -190 | -190 | — | -56 | — | -17 | 0 | |
| » 280 » 315 | -1050 | -540 | -330 | — | -190 | -190 | — | -56 | — | -17 | 0 | | |
| » 315 » 355 | -1200 | -600 | -360 | — | -210 | -210 | — | -62 | — | -18 | 0 | | |
| » 355 » 400 | -1350 | -680 | -400 | — | -210 | -210 | — | -62 | — | -18 | 0 | | |
| » 400 » 450 | -1500 | -760 | -440 | — | -230 | -230 | — | -68 | — | -20 | 0 | | |
| » 450 » 500 | -1650 | -840 | -480 | — | -230 | -230 | — | -68 | — | -20 | 0 | | |

Таблиця 3.14 — Значення основних відхилів валів, мкм

| Позначення | | Нижній відхил e_i | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------------------|-----|----|------------|--------------|---------------|-----|------|-----|
| | | j | | | k | | m | n | p | r |
| Квалітет | | 5,6 | 7 | 8 | Від 4 до 7 | До 3 і св. 7 | Всі квалітети | | | |
| Номинальні розміри, мм | До 3 | 2 | -4 | -6 | 0 | 0 | +2 | +4 | +6 | +10 |
| | Св. 3 до 6 | -2 | -4 | - | +1 | 0 | +4 | +8 | +12 | +15 |
| | » 6 » 10 | -2 | -5 | - | +1 | 0 | +6 | +10 | +15 | +19 |
| | » 10 » 14 | -3 | -6 | - | +1 | 0 | +7 | +12 | +18 | +23 |
| | » 14 » 18 | -3 | -6 | - | +1 | 0 | +7 | +12 | +18 | +23 |
| | » 18 » 24 | -4 | -8 | - | +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 |
| | » 24 » 30 | -4 | -8 | - | +2 | 0 | +8 | +15 | +22 | +28 |
| | » 30 » 40 | -5 | -10 | - | +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +34 |
| | » 40 » 50 | -5 | -10 | - | +2 | 0 | +9 | +17 | +26 | +34 |
| | » 50 » 65 | -7 | -12 | - | +2 | 0 | +11 | +20 | +32 | +41 |
| | » 65 » 80 | -7 | -12 | - | +2 | 0 | +11 | +20 | +32 | +43 |
| | » 80 » 100 | -9 | -15 | - | +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +51 |
| | » 100 » 120 | -9 | -15 | - | +3 | 0 | +13 | +23 | +37 | +54 |
| | » 120 » 140 | -11 | -18 | - | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +63 |
| | » 140 » 160 | -11 | -18 | - | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +65 |
| | » 160 » 180 | -11 | -18 | - | +3 | 0 | +15 | +27 | +43 | +68 |
| | » 180 » 200 | -13 | -21 | - | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +77 |
| | » 200 » 225 | -13 | -21 | - | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +80 |
| | » 225 » 250 | -13 | -21 | - | +4 | 0 | +17 | +31 | +50 | +84 |
| | » 250 » 280 | -16 | -26 | - | +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +94 |
| » 280 » 315 | -16 | -26 | - | +4 | 0 | +20 | +34 | +56 | +98 | |
| » 315 » 355 | -18 | -28 | - | +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | +108 | |
| » 355 » 400 | -18 | -28 | - | +4 | 0 | +21 | +37 | +62 | +114 | |
| » 400 » 450 | -20 | -32 | - | +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +126 | |
| » 450 » 500 | -20 | -32 | - | +5 | 0 | +23 | +40 | +68 | +132 | |

Таблиця 3.15 — Значення основних відхилів валів, мкм

| Позначення | | Нижній відхил e_i | | | | | | | | | |
|------------------------|-------------|---------------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | s | t | u | v | x | y | z | za | zb | zc |
| Квалітет | | Всі квалітети | | | | | | | | | |
| Номинальні розміри, мм | До 3 | +14 | – | +18 | – | +20 | – | +26 | +32 | +40 | +60 |
| | Св. 3 до 6 | +19 | – | +23 | – | +28 | – | +35 | +42 | +50 | +80 |
| | » 6 » 10 | +23 | – | +28 | – | +34 | – | +42 | +52 | +67 | +97 |
| | » 10 » 14 | +28 | – | +33 | – | +40 | – | +50 | +64 | +90 | +130 |
| | » 14 » 18 | +28 | – | +33 | +39 | +45 | – | +60 | +77 | +108 | +150 |
| | » 18 » 24 | +35 | – | +41 | +47 | +54 | +63 | +73 | +98 | +136 | +188 |
| | » 24 » 30 | +35 | +41 | +48 | +55 | +64 | +75 | +88 | +118 | +160 | +218 |
| | » 30 » 40 | +43 | +48 | +60 | +68 | +80 | +94 | +112 | +148 | +200 | +274 |
| | » 40 » 50 | +43 | +54 | +70 | +81 | +97 | +114 | +136 | +180 | +242 | +325 |
| | » 50 » 65 | +53 | +66 | +87 | +102 | +122 | +114 | +172 | +226 | +300 | +405 |
| | » 65 » 80 | +59 | +75 | +102 | +120 | +146 | +174 | +210 | +274 | +360 | +480 |
| | » 80 » 100 | +71 | +91 | +124 | +146 | +178 | +214 | +258 | +335 | +445 | +585 |
| | » 100 » 120 | +79 | +104 | +144 | +172 | +210 | +254 | +310 | +400 | +525 | +690 |
| | » 120 » 140 | +92 | +122 | +170 | +202 | +248 | +300 | +365 | +470 | +620 | +800 |
| | » 140 » 160 | +100 | +134 | +199 | +228 | +280 | +340 | +415 | +535 | +700 | +900 |
| | » 160 » 180 | +108 | +146 | +210 | +252 | +310 | +380 | +465 | +600 | +780 | +1000 |
| | » 180 » 200 | +122 | +166 | +236 | +284 | +350 | +425 | +520 | +670 | +880 | +1150 |
| | » 200 » 225 | +130 | +180 | +258 | +310 | +385 | +470 | +575 | +740 | +960 | +1250 |
| | » 225 » 250 | +140 | +196 | +284 | +340 | +425 | +520 | +610 | +820 | +1050 | +1350 |
| | » 250 » 280 | +158 | +218 | +315 | +385 | +475 | +580 | +710 | +920 | +1200 | +1550 |
| » 280 » 315 | +170 | +240 | +350 | +425 | +525 | +650 | +790 | +1000 | +1300 | +1700 | |
| » 315 » 355 | +190 | +268 | +390 | +475 | +590 | +730 | +900 | +1150 | +1500 | +1900 | |
| » 355 » 400 | +208 | +294 | +435 | +530 | +660 | +820 | +1000 | +1300 | +1650 | +2100 | |
| » 400 » 450 | +232 | +330 | +490 | +595 | +470 | +920 | +1100 | +1450 | +1850 | +2400 | |
| » 450 » 500 | +252 | +360 | +540 | +660 | +820 | +1000 | +1250 | +1600 | +2100 | +2600 | |

3.4 Контрольні питання

1.Що називається системою допусків і посадок? Принципи побудови системи допусків і посадок.

6. Що називають квалітетом ЄСДП і як їх позначають? Розшифруйте слідуєчи умовні позначення: Т, ІТ, ТD, Td, ІТ0, ІТ10, f7, F7, N6, m6, P10.

8. Як вираховують основні відхилення отворів?

9. Чому в ЄСДП для практичного застосування відібрано обмежене число полів допусків?

10. Для яких полів допусків основні відхилення встановлені для яких дорівнюють нулю?

11. Які поля допусків застосовуються для утворення посадок: з зазорами; з натягом; перехідних?

12. Які поля допусків в ЄСДП мають найбільші (по абсолютній величині) основні відхилення і в яких випадках їх застосовують?

14. Як утворюються посадки в ЄСДП? Як встановлені групи посадок в указаній системі?

15. Як позначаються посадки в ЄСДП?

16. Як визначити по умовному позначенню, до якої системи (отвору чи вала) відноситься посадка?

17. Розшифруйте слідуєчи позначення: M8, P6, Smin, Nmax, TS, TN, TP, H8/h8, H8/f8, H7/f7, H7/s6, S7/k6.

18. В яких випадках і чому посадки з натягом утворюються сполученням полів допусків отворів і валів, які відносяться до різних, а які - до однакових квалітетів?

19. Як вираховувати граничні відхилення полів допусків отворів в посадках з натягом в системі вала?

20. Як вираховувати основні відхилення полів допуску отворів для посадки з натягом в системі вала, коли точність вала надваквалітету вище, ніж отвору?

21. Перевести посадки: а) H7/H8, H8/h7; б) H8/d9, T7/h6; в) H9/e8, R7/h6; г) H8/s7, D9/h8; д) H7/g8, E8/h6; е) H5/js5, F8/h7; ж) H6/h5, A10/h9; з) H7/k6, S7/h6; и) H9/f8, K7/h6; к) H7/t6, G7/h6; л) H6/r5, JS8/h7; м) H8/v7, P7/h6; н) H6/p5, E8/y8; о) H9/v8, V7/h6; п) H8/u7, N5/h4 із системи отвору в систему вала чи навпаки; накресліть схеми розташування полів допусків і роздивитись основні особливості чотирьох посадок.

25. Чому граничні відхилення повинні позначатися на всі розміри, показані на кресленнях?

26. В яких випадках необхідно показувати умовні позначення числові значення граничних відхилів?

27. Як і розміри називають розмірами з неказаними допусками? Розгляньте правила, по яких позначають граничні відхилення на ці розміри.

28. Чому система отвору являється переважаючою? В яких випадках застосовують систему вала?

ПЕРЕЛІК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анухин, В. И. Допуски и посадки. Выбор и расчет, указание на чертежах : учеб.пособие. 2-е изд., перераб. и доп. — СПб : Изд-воСПбГТУ, 2001. — 219 с. - ISBN: 978-5-496-00042-0.
2. Допуски и посадки : Справочник. В 2-х т. Т. 1 / В. Д. Мягков [и др.] — 6-е изд., перераб. и дополн. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. - 543 с.
3. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х т. Т. 2/ В. Д. Мягков [и др.] — 6-е изд., перераб. и дополн. — Л. : Машиностроение. Ленингр. отделение, 1982. - 543 с.
4. Иванов, Г. О. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Практикум : підруч. для студ. вищ. навч. закл. освіти / [Г. О. Іванов, В. С. Шибанін, Д. В. Бабенко, Полянський П.М.; за ред. Г. О. Іванова і В. С. Шибаніна.]. – Миколаїв : МНАУ, 2016. – 428 с. - ISBN 978-617-7149-19-3.
5. Основні норми взаємозамінності. Єдина система допусків та посадок. Терміни та визначення. Позначення і загальні норми : ДСТУ 2500-94. – [Чинний від 1994-01-01]. – К. : Держстандарт України, 1994. – 51 с. – (Національний стандарт України).
6. Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел : ГОСТ 8032-87. – [Введен с 1987-01-01]. – М. : Издательство стандартов, 1974. – 16 с.
7. Система конструкторської документації. Терміни та визначення основних понять : ДСТУ 3321: 2003. – [Чинний від 2004-10-01]. – К. : Держстандарт України, 2003. – 55 с.
8. Мартинов, А. П. Взаємозамінність, метрологія, стандартизація : Конспект лекцій для студентів всіх спеціальностей напрямлення «Інженерна механіка» / А. П. Мартинов. –Краматорськ : ДДМА, 2008. – 180 с.
9. Шуляр, І. О. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Єдина система допусків і посадок: практикум. – Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2015. – 58 с.
10. Якушев, А. И. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения: учебник для вузов / А. И. Якушев, Л. Н. Воронцов, Н. М. Федотов. — 6-е изд., перераб. и дополн. — М. : Машиностроение, 1987. — 352 с.

Навчальне видання

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

ПРАКТИКУМ

Частина 1: «Взаємозамінність гладких циліндричних з'єднань»

**Методичні вказівки до практичних робіт для студентів всіх
спеціальностей галузі знань «Механічна інженерія»
всіх форм навчання**

Укладач

КУЛІК Тетяна Олександрівна

Редагування Т. О. Кулік

Комп'ютерне верстання Т. О. Кулік

23/2015. Формат 60 × 84/16. Ум. друк. арк. 2,09.
Обл.-вид. арк. 1,41. Тиражприм.Зам. №

Видавець і виготівник
Донбаська державна машинобудівна академія
84313, м. Краматорськ, вул. Шкадінова, 72.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
ДК №1633 від 24.12.2003