

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДРОГОБИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ТА ПРОФЕСІЙНОЇ ОСВІТИ

ВЗАЄМОЗАМІННІСТЬ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ
ТА ТЕХНІЧНІ ВИМІРЮВАННЯ

Методичні матеріали для самостійної роботи

Дрогобич 2018

УДК 62(075.8)
ББК 30я73
С 42

Рекомендовано до друку вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка (протокол №__ від _____ 2018 р.)

Попович В.Д., Скварок Ю.Ю. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Методичні матеріали до самостійної роботи – Дрогобич : Редакційно-видавничий відділ Дрогобицького державного педагогічного університету імені Івана Франка, 2018. – 44 с.

Посібник написано відповідно до програми навчальної дисципліни “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання”, яка вивчається студентами напрямів підготовки спеціальностей 014 “Середня освіта (Трудове навчання та технології, інформатика)” та 015 “Професійна освіта (Транспорт. Експлуатація та ремонт автомобілів)”, затвердженої вченою радою Дрогобицького державного педагогічного університету ім. Івана Франка.

Посібник містить методичні матеріали, необхідні для засвоєння лекційного матеріалу та підготовки до запроваджених у курсі форм контролю. Посібник призначений для студентів Дрогобицького державного педагогічного університету ім. Івана Франка, що навчаються за напрямами підготовки 014 “Середня освіта (Трудове навчання та технології, інформатика)” та 015 “Професійна освіта (Транспорт. Експлуатація та ремонт автомобілів)”.

Рецензенти:

Сиротюк Андрій Михайлович – доктор технічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу фізичних основ руйнування та міцності матеріалів в агресивних середовищах фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка Національної академії наук України;

Яким Роман Степанович – доктор технічних наук, професор кафедри технологічної та професійної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету ім. Івана Франка.

Відповідальний за випуск: Павловський Ю.В. – кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри професійної та технологічної освіти Дрогобицького державного педагогічного університету ім. Івана Франка.

© В. Попович, Ю. Скварок, 2018

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Зміст програми дисципліни.....	5
2. Структура навчальної дисципліни.....	8
3. Зміст теоретичного (лекційного) курсу.....	9
4. Теми лабораторних робіт.....	19
5. Питання для самоконтролю.....	20
6. Контроль знань.....	28
6.1. Приклад завдання модульної контрольної роботи.....	28
6.2. Листок усної відповіді за талонами №2 та К.....	33
6.3. Перелік екзаменаційних питань	34
6.4. Індивідуальне навчально-дослідне завдання.....	36
7. Список рекомендованих підручників та методичних матеріалів....	43

ВСТУП

Посібник містить методичні матеріали для самостійної роботи з курсу “Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання” та призначений для студентів денної та заочної форм навчання, що навчаються за напрямками підготовки 014 “Середня освіта (Трудове навчання та технології, інформатика)” та 015 “Професійна освіта (Транспорт. Експлуатація та ремонт автомобілів)”.

У посібнику вміщено методичні матеріали для освоєння лекційного курсу, які охоплюють програму дисципліни, теми та основні питання лекцій, рекомендовану літературу з кожної теми та перелік питань для самоконтролю.

Подано приклад завдання модульної контрольної роботи, перелік індивідуальних завдань, зразок картки усної відповіді за талонами №2 та К для студентів денної форми навчання. Приведено перелік екзаменаційних питань.

1. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ДИСЦИПЛІНИ

I. Основи взаємозамінності та стандартизації у промисловості. Суть, значення і види взаємозамінності. Суть, зміст та рівні стандартизації. Об'єкти стандартизації. Основні принципи стандартизації. Основні методи стандартизації. Ряди переважних чисел. Параметричні ряди виробів.

II. Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань. Основні терміни і визначення (номінальний, дійсний і граничний розміри; граничні відхилення; допуск розміру). Графічне зображення допусків. Види посадок: з зазором і натягом, перехідні посадки. Система отвору і система вала. Одиниця допуску. Квалітети. Основні відхилення. Утворення і позначення полів допусків. Незазначені розміри.

III. Допуски форми і розміщення поверхонь. Шорсткість та хвилястість поверхонь. Відхилення від геометричної форми поверхонь та допуски відхилень. Види і позначення на кресленні відхилень від геометричної форми поверхонь. Види і позначення на кресленні відхилень розміщення поверхонь. Види і позначення на кресленні сумарних відхилень форми і розміщення поверхонь. Мікропрофіль поверхні, шорсткість та хвилястість. Основні розмірні параметри шорсткості та хвилястості. Позначення шорсткості та хвилястості поверхні на кресленні.

IV. Основи технічних вимірювань. Метрологія та метрологічна діяльність: основні терміни та визначення. Одиниці вимірювань, їх відтворення і зберігання. Засоби вимірювальної техніки. Загальна структура засобів вимірювальної техніки. Види і методи вимірювання. Основні метрологічні характеристики вимірювальних засобів. Похибка вимірювання, її види. Способи підвищення точності вимірювання. Вибір засобу вимірювальної техніки. Калібри.

V. Допуски і посадки на кутові розміри та гладкі конічні з'єднання. Кутові розміри та одиниці виміру кутів. Допуск кутового розміру. Схема полів допусків кутового розміру. Основні параметри конічних з'єднань та їх позначення. Гладкі конічні з'єднання, їх види. Допуски і посадки конічних спряжень.

VI. Допуски і посадки різьбових з'єднань, зубчастих коліс та передач. Основні типи і параметри різьб. Графічне позначення різьби. Основні принципи взаємозамінності різьби (відхилення кроку та кута профілю різьб та їх діаметральна компенсація, приведений середній діаметр). Допуски і посадки метричних різьб. Параметри точності та види

з'єднань зубчастих коліс і передач. Допуски циліндричних зубчастих коліс та передач. Позначення точності зубчастих коліс і передач.

VII. Допуски і посадки шпонкових, шліцьових з'єднань та підшипників кочення. Види і позначення шпонкових з'єднань. Основні параметри шпонкових спряжень. Допуски і посадки шпонкових з'єднань. Види шліцьових з'єднань. Основні параметри шліцьових спряжень. Допуски і посадки прямобічних та евольвентних шліцьових з'єднань. З'єднання з підшипниками кочення. Точність розмірів, форми і взаємного розміщення поверхонь кулькових і роликових підшипників. Допуски і посадки підшипників кочення.

VIII. Основні поняття про розмірні ланцюги. Розмірні ланцюги: основні поняття і визначення. Класифікація розмірних ланцюгів. Співвідношення між параметрами ланок розмірного ланцюга. Види розрахунків розмірних ланцюгів. Розрахунок розмірних ланцюгів методами повної взаємозамінності та припасовування.

Основні знання і вміння, які повинен набути студент після засвоєння програми дисципліни

Студент повинен знати:

загальна компетентність: значення термінів “взаємозамінність”, “стандарт”, “метрологія”, суть процесу вимірювань; принципи проведення експериментальних вимірювань; лінійні характеристики величин, математичні операції та фізичні закони і формули для роботи з ними.

предметна компетентність: спеціальну термінологію, прийняту в допусках і посадках, умовні позначення допусків на кресленнях; області застосування різних систем посадок в конструкції машин; позначення на кресленні відхилень форми поверхні, взаємного розміщення поверхонь; основні розмірні параметри шорсткості та позначення шорсткості на кресленні; спеціальну термінологію, прийняту в метрології; будову, призначення і застосування різного виду засобів вимірювальної техніки; види і методи вимірювання; види і причини похибок вимірювання; допуски і посадки на кутові розміри; допуски і посадки типових з'єднань (гладких циліндричних та конічних, різьбових, шпонкових та шліцьових, зубчастих коліс) та передач; спеціальну термінологію, прийняту для розмірних ланцюгів; співвідношення між параметрами ланок розмірного ланцюга; основне рівняння розмірного ланцюга; методи розрахунку лінійних розмірних ланцюгів.

Студент повинен вміти:

загальна компетентність: формулювати проблему, яка розглядається; користуватися нормативною документацією та керуватися нею у своїй

професійній діяльності; застосувати свої теоретичні знання під час практичної діяльності.

предметна компетентність: правильно призначати посадку для різних спряжень і вміло вибирати квалітет, користуватися таблицями допусків, розраховувати величини зазорів, натягів; правильно призначати відхилення форми та розміщення поверхонь; правильно призначати шорсткість чи хвилястість поверхонь; чітко і зрозуміло пояснювати питання стандартизації, теорії допусків і посадок на відповідних заняттях у професійно-технічних училищах; оптимально вибирати і користуватися засобами вимірювальної техніки, визначати похибки вимірювання; правильно призначати допуски кутових розмірів та посадки конічних спряжень; визначати допуски і призначати посадки типових з'єднань; чітко і зрозуміло пояснювати питання метрології, допусків і посадок кутових розмірів, допусків і посадок типових з'єднань на відповідних заняттях у професійно-технічних училищах; виявляти ланки і складати раціональні розмірні ланцюги; вибирати метод досягання заданої точності вихідної ланки розмірного ланцюга; розраховувати лінійні розмірні ланцюги різними методами; чітко і зрозуміло пояснювати питання теорії розмірних ланцюгів на відповідних заняттях у професійно-технічних училищах.

Розподіл годин за видами навчальної роботи

Навчальна дисципліна вивчається студентами денної та заочної форм навчання у II семестрах. Загальний обсяг годин – 150 (5 кредитів ЄКТС). Форма підсумкового контролю – екзамен.

2. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Назва теми	Кількість годин								
	денна форма навчання				заочна форма навчання				
	лекції	лабораторні заняття	практичні заняття	СРС	лекції	лабораторні заняття	практичні заняття	СРС	
Тема 1. Основи взаємозамінності та стандартизації у промисловості	2	–	–	14	1	–	–	14	
Тема 2. Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань.	2	4	–	14	2	2	–	16	
Тема 3. Допуски форми і розміщення поверхонь. Шорсткість і хвилястість поверхонь.	2	6	–	14	2	2	–	16	
Тема 4. Основи технічних вимірювань.	2	2	–	14	1	–	–	16	
Тема 5. Допуски і посадки на кутові розміри та гладкі конічні з'єднання.	2	2	–	14	2	2	–	16	
Тема 6. Допуски і посадки різьбових з'єднань та зубчастих коліс і передач.	2	2	–	16		–	–	20	
Тема 7. Допуски і посадки шпонкових та шліцьових з'єднань і підшипників кочення.	2	–	–	16		–	–	20	
Тема 8. Основні поняття про розмірні ланцюги.	2	–	–	16		–	–	18	
Разом	16	16	–	118	8	6	–	136	
Всього годин	150				150				

3. ЗМІСТ ТЕОРЕТИЧНОГО (ЛЕКЦІЙНОГО) КУРСУ

Тема 1. Основи взаємозамінності та стандартизації у промисловості.

1.1. Суть, значення і види взаємозамінності.

Визначення понять взаємозамінності виробів, їхніх частин або інших видів продукції, принципу взаємозамінності в сферах виробництва, експлуатації й ремонту, розкривається практичне значення взаємозамінності. Суть повної і неповної, зовнішньої та внутрішньої, а також функціональної (та її складової – розмірної) взаємозамінності.

1.2. Суть, зміст та рівні стандартизації.

Визначення поняття стандартизації, об'єкту і області стандартизації. Рівні стандартизації: міжнародна, регіональна, національна, адміністративно-територіальна.

1.3. Категорії нормативних документів із стандартизації.

Описання основних категорій нормативних документів зі стандартизації: нормативного документу, стандарту, документу технічних умов, зведення правил, регламенту.

1.4. Міжнародна класифікація стандартів.

Класифікація стандартів згідно з Міжнародною системою зі стандартизації ISO, опис кожного виду стандартів: основного; термінологічного; стандарту на метод іспитів; стандарту на продукцію (повний, неповний); стандарту на процес чи на послугу; стандарту на сумісність; стандарту із відкритим значенням; положення (методичного, описового, експлуатаційного).

1.5. Нормативні документи зі стандартизації в Україні.

Структура, призначення та сфери застосування основних нормативних документів зі стандартизації, що передбачаються законодавством України: державного стандарту; галузевого стандарту; стандарту підприємств; стандарту суспільних об'єднань; правил зі стандартизації та рекомендацій зі стандартизації; технічних умов.

1.6. Державна система стандартизації України.

Структура державної системи стандартизації України. Опис функції, сфера діяльності та призначення кожного з органів (суб'єктів) стандартизації.

1.7. Міжнародна стандартизація.

Процедура прямого і непрямого застосувань міжнародних стандартів. Опису структури ISO, місце у ній України.

1.8. Основні принципи та методи стандартизації.

Основні принципи, які використовуються у процесі розробки нових стандартів чи перегляде вимог у чинних стандартах: принцип оптимізації

вимог стандартів, включно з випереджувальною та комплексною стандартизацією; науково-дослідницький принцип; принцип забезпечення функціональної взаємозамінності виробів; принцип переважальності; принцип відповідності сучасному рівню розвитку науки, техніки та виробництва; принцип економності матеріальних та енергетичних витрат. Суть та значення основних методів стандартизації: уніфікації, типізації та симпліфікації.

1.9. Параметричні ряди виробів.

Визначення поняттям головного та основного параметрів. Опис закономірності побудови параметричних, у тому числі типорозмірних, рядів.

1.10. Ряди переважних чисел.

Визначення поняття переважних чисел як основи для побудови параметричних рядів. Характеристика рядів переважних чисел, побудованих за арифметичними та геометричними прогресіями.

Література: [1] с. 5–33; [2] с. 22–39; [3] с. 9–45.

Тема 2. Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань.

2.1. Основні терміни і визначення.

Визначення базових понять, що використовуються в єдиній системі допусків і посадок: елемента; з'єднання, у тому числі гладкого циліндричного та плоского; отвору і валу; розміру, у тому числі вільного та спряженого, а також номінального; граничного верхнього і нижнього відхилень. Визначення та вирази для обчислення граничних розмірів та допуску розмірів.

2.2. Поле допуску.

Опис методу графічної побудови граничних відхилень. Визначення поняття поля допуску.

2.3. Види посадок.

Поняття терміну посадка. Визначення посадок із зазором, посадок з натягом та перехідних посадок. Вирази для обчислення максимальних і мінімальних зазорів і натягів, виведення виразів для розрахунку допуску для кожного з видів посадок. Критерій встановлення виду посадки.

2.4. Призначення різних видів посадок.

Призначення та область застосування посадок із зазорами, посадок з натягами та перехідних посадок, приводяться приклади їх практичного застосування.

2.5. Система отвору і система вала.

Способи отримання зазору, натягу чи перехідної посадки при використанні системи отвору і вала. Призначення та область застосування системи отвору і системи вала.

2.6. Квалітети.

Пояснення терміну квалітет, позначення квалітету у ЄСДП. Вирази для визначення допусків за різними квалітетами.

2.7. Основне відхилення.

Дається визначення основного відхилення, правило його встановлення, позначення у ЄСДП квалітетів для валів та отворів. Описується застосування основних відхилень для отримання посадок із зазором, з натягом та перехідних.

2.8. Утворення і позначення полів допусків.

Утворення полів допусків у ЄСДП через поєднання квалітету та основного допуску. Позначення полів допусків і виразів для обчислення другого граничного відхилення через допуск та основне відхилення для різних полів допуску. Поняття та описується сфера застосування переважаючих, основних та додаткових полів допусків.

2.9. Умовне позначення посадок.

Способи умовних позначень посадок у ЄСДП та ISO.

2.10. Незазначені граничні відхилення розмірів.

Визначення незазначених допусків (вільних розмірів). Правила призначення допусків за класами точності граничних відхилень лінійних розмірів: точного, середнього, грубого і дуже грубого.

Література: [1] с. 33–69, 224–229; [2] с. 76–99; [3] с. 46–103

Тема 3. Допуски форми і розташування поверхонь. Шорсткість та хвилястість поверхонь.

3.1. Відхилення від геометричної форми поверхні та профілю.

Відхилення форми поверхні чи профілю як різниця між номінальним та реальним профілем. Принцип відліку відхилень форми чи профілю, визначення прилеглих прямої, площини, кола, циліндра та прилеглого профілю поздовжнього перерізу циліндричної поверхні, а також допуску та поля допуску форми поверхні і профілю. Класифікація відхилень форми поверхні і профілю.

3.2. Визначення відхилень і допусків форми поверхонь.

Визначення відхилення від площинності та прямолінійності, допуску та поля допуску відхилення від площинності та прямолінійності, їх позначення на кресленні. Визначення випуклості та вгнутості як видів відхилення від прямолінійності. Визначення відхилення від циліндричності, допуску та поля допуску відхилення від циліндричності, допуску та поля допуску профілю повздовжнього перерізу, а також їх позначення на кресленні. Визначення конусоподібності, бочкоподібності та сідлоподібності як видів відхилення від циліндричності. Визначення відхилення від круглості, допуску та поля допуску відхилення від

круглості, а також його позначення на кресленні. Визначення овальності та огранки як видів відхилення від круглості. Поняття рівнів геометричної точності.

3.3. Відхилення та допуски розташування поверхонь.

Відхилення розташування елемента чи профілю як відхилення від його номінального розташування. Принцип відліку розташування елементів від бази. Визначення основних відхилень розташування поверхонь: відхилення від паралельності площин, відхилення від перпендикулярності площин, відхилення нахилу площини відносно площини чи осі, відхилення від співвісності відносно осі базової поверхні, відхилення від співвісності відносно спільної осі, відхилення від симетричності відносно базового елемента, відхилення від перетину осей. Визначення допуску та поля допуску цих видів відхилень. Залежні та незалежні допуски форми чи розташування поверхонь та їх позначення на кресленні.

3.4. Сумарні відхилення форми та розташування поверхонь.

Суть сумарних відхилень форми та розташування поверхонь. Визначення радіального та повного радіального биття, допуску та поля допуску радіального та повного радіального биття, їх позначення на кресленні. Визначення торцевого та повного торцевого биття, допуску та поля допуску торцевого та повного торцевого биття, їх позначення на кресленні. Визначення відхилення форми заданого профілю (поверхні), допуску та поля допуску відхилення форми заданого профілю (поверхні), його позначення на кресленні.

3.5. Шорсткість поверхні.

Причини виникнення шорсткості поверхні. Визначення шорсткості поверхонь, базової довжини та середньої лінії профілю. Вирази для визначення основних параметрів шорсткості: висотних (середньоарифметичного відхилення профілю, висоти нерівностей профілю за десятьма точками, найбільшої висоти нерівностей профілю); крокових (середнього кроку нерівностей профілю, середнього кроку місцевих виступів профілю), відносної опорної довжини профілю.

3.6. Хвилястість поверхні.

Визначення хвилястості поверхонь, вияснюються основні причини її виникнення. Вирази для визначення основних параметрів хвилястості: висоти хвилястості, найбільшої висота хвилястості, середнього кроку хвилястості.

Література: [1] с. 142–159, 244–246; [2] с. 100–129; [3] с. 144–165.

Тема 4. Основи технічних вимірювань.

4.1. Метрологія, вимірювання.

Визначення терміну метрологія як науки про вимірювання. Загальна характеристика процесів вимірювання та контролю.

4.2. Система фізичних одиниць.

Поняття фізичної одиниці. Міжнародна система одиниць SI як засобу забезпечення єдності вимірювань. Визначення основних і додаткових одиниць системи SI та правило отримання похідних одиниць.

4.3. Метрологічна служба України.

Структура державної метрологічної служби України, опис законодавчої бази метрологічної діяльності.

4.4. Засоби вимірювальної техніки.

Визначення засобу вимірювальної техніки. Класифікація ЗВТ за їх видами (міра, вимірювальний перетворювач, вимірювальна система); та за точністю відтворення, передавання та зберігання одиниць фізичних величин (еталони, зразкові засоби вимірювання, робочі засоби вимірювання). Пояснення принципу дії механічних, оптичних, пневматичних та фотоелектричних ЗВТ, приводяться приклади вимірювальних засобів. Основні методи повірки ЗВТ.

4.5. Методи та види вимірювань.

Визначення методу вимірювання. Класифікація, коротка характеристика та приклади методів вимірювання: за способом отримання інформації (метод безпосередньої оцінки, метод порівняння з мірою); залежно від взаємозв'язку показів приладу з вимірюваною фізичною величиною (прямі, посередні, абсолютні, відносні, сукупні, спільні); за характером зміни вимірюваної величини в процесі вимірів (статистичні, статичні, динамічні); за кількістю вимірювальної інформації (однократні, багаторазові).

4.6. Основні метрологічні характеристики вимірювальних засобів.

Метрологічні характеристики ЗВТ. Визначення основних характеристик вимірювальних засобів: ціни поділки, діапазону вимірювання та межі показів шкали ЗВТ, стабільності засобів вимірювальної техніки, точності вимірювань, вимірювального зусилля та коефіцієнту перетворення. Вирази для визначення абсолютної та відносної чутливості вимірювального засобу.

4.7. Похибки вимірювань.

Визначення похибки як характеристики точності вимірювань. Вирази для розрахунку абсолютної та відносної похибок. Класифікація та коротка характеристика похибок залежно від причин їх виникнення: похибки методу, похибки відліку, інструментальної похибки (основної і додаткової). Класифікація, коротка характеристика та приклади похибок за їх видом: систематичних, випадкових, грубих. Шляхи підвищення точності вимірювань.

4.8. Вибір вимірювальних засобів для проведення вимірювань.

Критерії вибору засобів вимірювальної техніки для проведення різних видів вимірювань.

9.9. Калібри.

Калібри як засоби для контролю розмірів, форми і розміщення поверхонь деталей. Класифікація калібрів: залежно від їх конструкції (прості і складані); залежно від діапазону контрольованих параметрів (сталі, регульовані); за призначенням (робочі, прийомні, контрольні). Конструкція, принцип дії та методика застосування граничних калібрів-пробок і калібрів-скоб. Описуються нормальні калібри.

Література: [1] с. 160–223, 246–251; [2] с. 52–76; [3] с. 104–143.

Тема 5. Допуски і посадки на кутові розміри та гладкі конічні з'єднання.

5.1. Кутові розміри та одиниці вимірювання кутів.

Визначення кутового розміру. Одиниці вимірювання кутів: радіани і стерадіани; градуси, кутові мінuti та кутові секунди. Вимірювання кутів конусів (конусність) та нахилів призматичних елементів.

5.2. Нормальні ряди та розміри кутів.

Поділ нормальних кутів, які використовуються при конструюванні, на групи: нормальні кути загального призначення, нормальні кути спеціального призначення, спеціальні кути. Призначення та область застосування кожної з груп нормальних кутів.

5.3. Допуски кутових розмірів.

Допуск кута та одиниці його вираження. Типи розміщення поля допуску відносно номінального кута та їх позначення на кресленнях. Квалітети точності допусків кутів.

5.4. Види гладких конічних з'єднань, їх характеристика та призначення: нерухомі з'єднання (з натягом), щільні з'єднання, рухомі з'єднання (із зазором).

5.5. Основні параметри конічних з'єднань.

Поняття основної площини та базової площини. Номінальні розміри конусів і їх з'єднань та їх позначення: діаметри великої та малої основ конусів в заданому і довільно розміщеному перерізах; довжини конуса і з'єднання; осьові відстані до заданого перерізу; кут конуса та кут нахилу; конусність, вираз для її визначення та позначення на кресленнях; нахил поверхонь конусів та вирази для їх визначення; базовідстань конусів (зовнішнього і внутрішнього); базовідстань з'єднання та вирази для їх визначення.

5.6. Допуски конусів.

Допуски і поля допусків діаметра конуса та їх зображення. Осьові допуски конуса (зовнішнього і внутрішнього), їх зображення та вирази для знаходження. Допуски та поля допусків форми конуса (круглості та прямолінійності твірних), допуски кута конуса, їх зображення. Осьові відхилення конуса (верхнє та нижнє), їх зображення та вирази для знаходження. Осьові допуски та вирази для їх знаходження. Розрахунок осьових відхилень конусів (зовнішнього та внутрішнього).

5.7. Види конічних посадок.

Поділ конічних посадок на групи залежно від способів фіксації взаємного осьового розташування зовнішнього та внутрішнього конусів: посадки з фіксацією шляхом зміщення конструктивних елементів конусів, що спрягаються; за заданою осьовою відстанню між базовими площинами конусів, що спрягаються; за заданим осьовим зміщенням конусів, що спрягаються, відносно їх початкового положення; за заданим зусиллям запресування, прикладеним в початковому положенні конусів, що спрягаються. Зображення кожної з груп посадок, їх поля допусків та відхилень для випадків посадок із зазором, посадок із натягом та перехідних посадок. Квалітети точності конусів.

Література: [1] с. 79–91, 229–234; [2] с. 143–156; [3] с. 193–201.

Тема 6. Допуски і посадки різьбових з'єднань, зубчастих коліс та передач.

6.1. Види різьб.

Класифікація різьб за експлуатаційним призначенням та сфери їх практичного застосування: кріпильні (метричні та дюймові); кріпильно-ущільнювальні (трубні, конічні); ходові (трапецеїдальні, упорні); спеціальні. Класифікація різьб: залежно від форми профілю (трикутні, трапецеїдальні, прямокутні, круглі, спеціальні); залежно від виду поверхні, (циліндричні, конічні); залежно від розташування поверхні (зовнішні і внутрішні); залежно від кількості заходів (однозахідні, багатозахідні).

6.2. Параметри різьб.

Визначення основних параметрів різьб, їх позначення та одиниці вимірювання для різних типів різьб: зовнішній діаметр, середній діаметр, внутрішній діаметр, крок, хід, кут профілю, кут нахилу бокових сторін (для різьб з несиметричним профілем), висота теоретичного профілю, робоча висота профілю, довжина згвинчування.

6.3. Основні принципи взаємозамінності циліндричних різьб.

Дійсний, номінальний та граничний контури різьбового з'єднання. Умови згвинчування та надійності різьбових з'єднань. Відхилення кроку різьби, діаметральна компенсація похибки кроку різьби та вираз для неї.

Відхилення кута профілю різьби, діаметральна компенсація відхилення половини кута профілю та вираз для неї. Відхилення середнього діаметра різьби та сумарний допуск середнього діаметра різьби. Зведені середні діаметри зовнішньої і внутрішньої різьби.

6.4. Допуски і посадки метричних різьб.

Посадки із зазором: ступені точності та основні відхилення, поля допусків зовнішньої та внутрішньої різьби, довжина згвинчування, утворення посадок із зазором для метричних різьб. Посадки із натягом і перехідні: призначення, допуски, принцип селективного складання. Позначення допусків і посадок метричних різьб на кресленнях.

6.5. Види зубчастих передач.

Основні види зубчастих передач: циліндричні (із зовнішнім та внутрішнім зачепленням), конічні, рейкові, черв'ячні, зубчасті сектори, косозубі колеса, шевронні колеса, колові. Одноступеневі та багатоступеневі зубчасті передачі. Класифікація зубчастих передач в залежності від призначення: відлікові, швидкісні, силові.

6.6. Параметри зубчастих передач.

Ведуче і ведене зубчасте колесо, шестерня і колесо. Елементи та основні геометричні параметри зубчастої передачі, модуль зубчастого зачеплення.

6.7. Норми точності циліндричних зубчастих коліс.

Показники норми кінематичної точності: комплексні (кінематична та найбільша кінематична похибка передачі, кінематична та найбільша кінематична похибка зубчатого колеса); елементні (накопичена похибка k кроків, похибка обкату, коливання міжосьової відстані за оберт зубчатого колеса, радіальне биття зубчастого вінця, коливання довжини загальної нормалі); призначення допусків похибок. Показники норми плавності роботи: комплексні (циклічна похибка передачі та зубчастого колеса, цикллічна похибка зубцевої частоти в передачі); елементні (цикллічна похибка зубчастого колеса і його місцева кінематична похибка, відхилення кроку зачеплення і похибка профілю зуба, коливання міжосьової відстані на одному зубі, відхилення колового кроку); підбір допусків похибок. Показники норми контакту зубів у передачі: комплексні (сумарна та миттєва пляма контакту); елементні (відхилення осьових кроків, похибка кроку зачеплення, напрям зубів, непаралельність та перекис осей зубчастих коліс).

6.8. Вибір ступенів точності зубчастих коліс і передач.

Методи вибору ступеню точності зубчастих коліс і передач: розрахунковий, дослідний, табличний. Бічний зазор. Вимоги при виборі ступенів точності зубчастих коліс і передач: норми точності, норми контакту, норми бокового зазору. Види спряжень зубчастих коліс і

передач, види допуску на боковий зазор, класи відхилення міжосьової відстані. Позначення точності зубчастих коліс та передач на кресленні.

Література: [1] с. 101–123, 234–243; [2] с. 176–189, 211–223; [3] с. 202–238, 254–269.

Тема 7. Допуски і посадки шпонкових, шліцьових з'єднань та підшипників кочення.

7.1. Види шпонкових з'єднань.

Шпонка. З'єднання призматичними, клиновими та сегментними шпонками: їх призначення та основні параметри. Ненапружені та напружені шпонкові з'єднання.

7.2. Допуски і посадки шпонкових з'єднань.

Види з'єднань за шириною призматичних та сегментних шпонок (вільне, нормальне, щільне), їх призначення та умови складання. Система допусків і посадок для з'єднань призматичними шпонками. Система допусків і посадок для з'єднань сегментними шпонками. Система допусків і посадок для з'єднань клиновидними шпонками. Контроль шпонкових з'єднань. Позначення шпонкових з'єднань.

7.3. Види шліцьових з'єднань.

Переваги шліцьових з'єднань над шпонковими. Види шліцьових з'єднань (прямо бічні, евольвентні, трапецеїдальні, трикутні), їх призначення та основні параметри.

7.4. Допуски і посадки прямобічних шліцьових з'єднань.

Способи центрування втулки відносно вала у прямобічних шліцьових з'єднаннях: за зовнішнім діаметром, за внутрішнім діаметром, за бічними сторонами зубів. Призначення допусків і посадок прямобічних шліцьових з'єднань. Контроль прямобічних шліцьових з'єднань. Позначення прямобічних шліцьових з'єднань.

7.5. Допуски і посадки евольвентних шліцьових з'єднань.

Способи центрування втулки відносно вала у евольвентних шліцьових з'єднаннях: за боковими поверхнями, за внутрішнім діаметром, відносно допоміжної поверхні. Призначення допусків і посадок евольвентних шліцьових з'єднань. Контроль евольвентних шліцьових з'єднань. Позначення евольвентних шліцьових з'єднань.

7.6. Точність підшипників кочення.

Приєднувальні поверхні підшипників кочення. Показники, що визначають точність підшипників кочення. Класи точності підшипників кочення, їх застосування та позначення.

7.7. Допуски і посадки підшипників кочення.

Особливості системи допусків та посадок, прийнятої для підшипників кочення. Види навантаження кілець (місцеве, циркуляційне, коливальне),

приклади їх виникнення і застосування, особливості монтажу підшипника на вал для кожного з видів. Вибір посадок підшипників кочення. Позначення посадок підшипників кочення на кресленнях.

Література: [1] с. 92–101, 243–244; [2] с. 130–142, 190–210; [3] с. 239–253, 166–175.

Тема 8. Основні поняття про розмірні ланцюги.

8.1. Основні поняття і визначення.

Поняття розмірного ланцюга, детальні та складальні ланцюги. Ланки розмірного ланцюга: вихідна, складові, замикаюча. Збільшувальні та зменшувальні ланки.

8.2. Класифікація розмірних ланцюгів.

Класифікація розмірних ланцюгів за областю використання: конструкторські, технологічні, вимірювальні. Класифікація розмірних ланцюгів видом та розташуванням ланок: лінійні, кутові, плоскі, просторові.

8.3. Співвідношення між параметрами ланок розмірного ланцюга.

Вирази для взаємозв'язку між номінальними розмірами ланок розмірного ланцюга, між допусками ланок розмірного ланцюга, між відхиленнями середин полів допусків, між граничними відхиленнями ланок розмірного ланцюга.

8.4. Розрахунок розмірних ланцюгів.

Розрахунок розмірних ланцюгів при вирішенні прямої (проектної) задачі та оберненої (перевірочної) задачі. Суть основних методів досягнення заданої точності замикаючої ланки: метод повної взаємозамінності (максимуму-мінімуму), метод групової взаємозамінності (селективного складання), метод припасовування, регулювання, імовірнісному метод.

8.5. Розрахунок ланцюгів методом повної взаємозамінності.

Розв'язування прямої задачі методом повної взаємозамінності: методика розрахунків та основні рівняння. Розв'язування оберненої задачі методом повної взаємозамінності з використанням способу спроб, способу рівних допусків та способу рівного ступеня точності: методика розрахунків та основні рівняння.

8.6. Розрахунок ланцюгів методом регулювання.

Суть розрахунку розмірних ланцюгів методом регулювання, поняття компенсуючої ланки. Методика розрахунку кількості та розмірів компенсуючих ланок при розрахунку розмірних ланцюгів методом регулювання.

Література: [1] с. 123–142; [2] с. 15–175; [3] с. 175–192.

4. ТЕМИ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

Лабораторна робота №1. Вивчення призначення, будови та прийомів вимірювання штангенприладами (штангенінструментами).

Лабораторна робота №2. Дослідження параметрів точності гладких циліндричних з'єднань

Лабораторна робота №3. Вимірювання розмірів і відхилень форми поверхонь гладким мікрометром

Лабораторна робота №4. Вимірювання розмірів і відхилень форми поверхонь індикаторним нутроміром

Лабораторна робота №5. Вимірювання розмірів і відхилень форми поверхонь циліндричних деталей та радіального биття вала індикатором годинникового типу

Лабораторна робота №6. Визначення відхилень розмірів валів з допомогою скоби важільної та встановлення поля допуску вала

Лабораторна робота №7. Вимірювання кутів деталей машин кутомірами з ноніусами

Лабораторна робота №8. Вимірювання параметрів зовнішньої різьби на інструментальному мікроскопі

Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт та теоретичні відомості з тем робіт подані у посібниках [11, 12].

5. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

Питання для самоконтролю з теми

“Основи взаємозамінності та стандартизації у промисловості”

1. Що таке взаємозамінність і яким чином її забезпечують?
2. Види взаємозамінності. Области застосування повної та неповної взаємозамінності.
3. Дати характеристику взаємозамінного виробництва. Визначити поняття функціональної та розмірної взаємозамінності.
4. Що таке стандартизація? На яких рівнях вона здійснюється? Основна мета стандартизації.
5. Об'єкти стандартизації. Які об'єкти підлягають обов'язковій стандартизації, а які – не підлягають?
6. Які основні види документів зі стандартизації? Коротко їх охарактеризувати.
7. Як класифікуються стандарти у Міжнародній системі зі стандартизації ISO?
8. Які нормативні документи по стандартизації установлені в Україні Законом України “Про стандартизацію”?
9. Описати структуру та функції Державної системи стандартизації України, а також її значення для розвитку національної економіки.
10. Описати структуру та функції Міжнародній системі зі стандартизації ISO.
11. Описати методологію імплементації міжнародних стандартів в Україні.
12. Охарактеризуйте основні принципи стандартизації.
13. У чому полягає суть уніфікації, типізації та симпліфікації?
14. Що таке переважні числа, де застосовуються їх ряди?
15. Як будуються ряди переважних чисел за арифметичними та геометричними прогресіями?
16. Який параметр називається головним, основним та допоміжним?
17. Визначити поняття типорозміру і параметричного ряду.

Питання для самоконтролю з теми

“Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань”

1. Як утворюються з'єднання деталей? Які види спряжень вам відомі?
2. Дати визначення поняттям вала і отвору.
3. Дати визначення поняттям дійсного, номінального та граничного розміру. Як розрахувати граничні розміри?
4. Що характеризує допуск розміру та як його визначити?

5. Яке значення терміну поля допуску? Як здійснити графічну побудову полів допусків?

6. Дати визначення посадки із зазором, зобразити її графічно. Як розраховуються зазори у спряженні та допуск у посадці із зазором?

7. Дати визначення посадки із натягом, зобразити її графічно. Як розраховуються натяги у спряженні та допуск у посадці із натягом?

8. Дати визначення перехідної посадки, зобразити її графічно. Як розраховується допуск у посадці із зазором?

9. Описати області застосування посадок із зазором, з натягом та перехідних посадок. Привести конкретні практичні приклади застосувань.

10. Дати визначення системі отвору, зобразити схеми полів допусків різних посадок у цій системі.

11. Дати визначення системі вала, зобразити схеми полів допусків різних посадок у цій системі.

12. Дати визначення поняттю квалітету. Скільки квалітетів передбачено у ЄСДП?

13. Як розраховуються значення допусків для різних квалітетів?

14. Що визначає основне відхилення? Скільки основних відхилень передбачено в ЄСДП? Як вони позначаються і розміщуються відносно нульової лінії?

15. Правила утворення поля допуску в ЄСДП та ISO.

16. Коли застосовуються поля допусків з переважаючого і основного відбору та додаткові?

17. Які ви знаєте способи позначення посадок в ЄСДП та ISO?

18. Що таке незазначені граничні відхилення розмірів? Як призначаються числові значення незазначених граничних відхилень лінійних розмірів?

Питання для самоконтролю з теми

“Допуски форми і розташування поверхонь. Шорсткість та хвилястість поверхонь”

1. Як класифікують поверхні виробів? Які поверхні називають номінальною, реальною, прилеглою і базовою?

2. Дати визначення прилеглих прямої, площини, кола, циліндра.

3. Які визначають відхилення форми та взаємного розміщення поверхонь?

4. Які є види відхилення форми циліндричних та плоских поверхонь? Їх позначення на кресленнях.

5. Що таке допуск форми поверхонь? Чим є поле допуску у випадку відхилення від площинності, циліндричності та круглості? Чим є поле

допуску профілю повздовжнього та поперечного перерізів для циліндричних деталей?

6. Дати визначення та зобразити наступні відхилення форми: випуклість, вгнутість, конусоподібність, сідлоподібність, бочкоподібність, овальність, огранку.

7. Які є види відхилень розташування поверхонь? Їх позначення на кресленнях.

8. Дати визначення та зобразити відхилення від паралельності площин, від перпендикулярності площин, нахилу площини відносно площини чи осі, від співвісності відносно осі базової поверхні, від співвісності відносно спільної осі, від симетричності відносно базового елемента, від перетину осей. Зобразити поля допусків для цих відхилень.

9. Пояснити різницю між залежними та незалежними допусками розміщення.

10. Що є причиною сумарних відхилень форми та розташування поверхонь? Як вони оцінюються?

11. Які є види сумарних відхилень форми та розташування поверхонь? Як вони позначаються на кресленнях?

12. Що таке торцьове биття? Як розраховується торцьове биття у площині та повне торцьове биття?

13. Чому рівний допуск торцьового биття і що є полем допуску торцьового биття?

14. Що таке радіальне биття? Як розраховується радіальне биття у площині та повне радіальне биття?

15. Чому рівний допуск радіального биття і що є полем допуску радіального биття?

16. Що є причиною відхилення форми заданого профілю (поверхні)? Як здійснюють відлік відхилення і розташування поля допуску форми заданого кресленням криволінійного профілю (поверхні)?

17. Що є полем допуску відхилення форми заданого профілю (поверхні)?

18. Дати визначення шорсткості поверхні. Що є причиною її виникнення?

19. Що таке середня лінія профілю поверхні і як вона проводиться?

20. Дати визначення та графічно зобразити висотні, крокові параметри шорсткості поверхонь та параметр, пов'язаний з формою нерівностей профілю. Записати вирази для їх знаходження.

21. Дати визначення шорсткості поверхні. У чому її відмінність від шорсткості?

22. Які існують параметри кількісної оцінки хвилястості поверхонь та як вони розраховуються?

Питання для самоконтролю з теми “Основи технічних вимірювань”

1. Охарактеризуйте завдання метрології.
2. У чому полягає суть вимірювання? Яка відмінність між вимірюванням і контролем?
3. Як забезпечується єдність вимірювань?
4. Які одиниці є основними та додатковими у міжнародній системі одиниць SI? Як уворюються похідні одиниці у цій системі?
5. Описати структуру та функції Державної метрологічної системи стандартизації України.
6. Дати визначення поняттю засобу вимірювальної техніки (ЗВТ). Які є види ЗВТ за структурою?
7. Як поділяються засоби вимірювань за метрологічним призначенням? Що таке еталон, міра, зразковий та робочий ЗВТ?
8. Як поділяються засоби вимірювань за принципом дії? Навести приклади механічних, оптичних, пневматичних та фотоелектричних ЗВТ.
9. Чим відрізняється метод від виду вимірювань? Які методи вимірювання існують за способом одержання інформації вимірювання?
10. У чому суть абсолютних та відносних вимірювань?
11. Чим відрізняються сукупні та спільні види вимірювань?
12. Визначити основні метрологічні характеристики вимірювальних засобів.
13. Визначити поняття похибки. Які фактори впливають на виникнення похибки? Класифікувати похибки залежно від причин їх виникнення.
14. Які існують основні види похибок?
15. Як розрахувати абсолютну та відносну похибку?
16. Навести критерії вибору ЗВТ для проведення вимірювань.
17. Що таке калібри? Як їх класифікують?
18. Описати методику застосування граничних калібрів для контролю лінійних розмірів деталей.

Питання для самоконтролю з теми

”Допуски і посадки на кутові розміри та гладкі конічні з’єднання“

1. Пояснити поняття плоского та тілесного кута. Які одиниці використовуються для вимірювання кутових розмірів?
2. Навести класифікацію нормальних кутів, які використовують при конструюванні. Коли застосовуються кути загального призначення, спеціального призначення та додаткові?
3. Як побудована система допусків на кутові розміри? Які встановлені способи вираження допуску кута?

4. Які основні типи розміщення поля допуску використовуються і як вони позначаються на кресленнях?
5. Скільки ступенів точності встановлено на допуски кутів?
6. Дайте визначення конуса та конічного з'єднання.
7. На які види поділяються конічні з'єднання залежно від величини натягів та зазорів? Описати області їх застосування.
8. Що таке основна площина, базова поверхня та базова відстань?
9. Які основні параметри конічних з'єднань використовуються? Зобразити їх графічно.
10. Чим відрізняється система допусків конічних з'єднань від системи допусків циліндричних з'єднань? В залежності від яких факторів вони назначаються?
11. Як розрахувати осьові відхилення та осьові допуски конусів?
12. Перелічіть характери конічних з'єднань і способи забезпечення їх точності.
13. Зобразіть посадку із зазором, перехідну та посадку з натягом для конічних з'єднань.
14. Які існують квалітети точності конічних з'єднань?

Питання для самоконтролю з теми

“Допуски і посадки різьбових з'єднань, зубчастих коліс та передач”

1. Навести класифікацію основних видів різьбових з'єднань.
2. Вказати основні експлуатаційні вимоги до різьбових сполучень у залежності від їхнього призначення.
3. Назвіть основні параметри різьбових з'єднань. Нарисуйте профіль метричної різьби із зазначенням її параметрів.
4. Які контури різьби називаються дійсним, номінальним та граничним?
5. За допомогою яких параметрів забезпечують взаємозамінність різьбових з'єднань?
6. Сформулюйте умови згвинчування та надійності різьбових з'єднань.
7. Чому дорівнює похибка кроку різьби на довжині згвинчування?
8. Чому оцінюється похибка половини кута профілю різьби, а не цілого кута? Як підрахувати похибку половини кута профілю метричної різьби?
9. Навести вирази для розрахунку діаметральної компенсації відхилення кроку метричної різьби та половини кута профілю метричної різьби.
10. Що таке зведений середній діаметр різьбової поверхні і для чого його потрібно визначати?

11. Які встановлені групи довжин згвинчування?
12. Які поля допусків та ступені точності встановлені для метричних різьб болта і гайки у посадках з зазором?
13. Яке призначення різьбових посадок з натягом і перехідних? Які поля допусків та ступені точності встановлені для метричних різьб болта і гайки у посадках з натягом і перехідних?
14. У чому суть селективного складання для різьбових з'єднань із натягом?
15. Поясніть умовні позначення різьбових поверхонь на кресленнях.
16. На які параметри різьбової поверхні деталей у стандартах немає відхилень і чому?
17. У чому суть комплексного і диференційованого методу контролю різьб?
18. Як поділяються зубчасті передачі за експлуатаційним призначенням? Які головні вимоги до цих передач?
19. Перерахуйте та зобразіть графічно основні параметри зубчастої передачі.
20. За якими нормами та ступенями точності виконуються зубчасті колеса?
21. Назвіть та охарактеризуйте комплексні та елементні показники, які характеризують норму кінематичної точності?
22. Назвіть та охарактеризуйте комплексні та елементні показники, які характеризують норму плавності?
23. Назвіть та охарактеризуйте комплексні та елементні показники, які характеризують норму контакту зубів?
24. Опишіть основні методи вибору ступеню точності зубчастих коліс і передач.
25. Для чого існує бічний зазор у зубчастій передачі?
26. Які існують види сполучень зубчастих коліс і передач?
27. Поясніть позначення точності зубчастих коліс на кресленнях?
28. Як здійснюється контроль точності зубчастих коліс та пререрадач?

Питання для самоконтролю з теми

”Допуски і посадки шпонкових, шліцьових з'єднань та підшипників кочення“

1. Для чого призначені шпонкові з'єднання? Назвіть та охарактеризуйте їхні основні типи.
2. За допомогою яких параметрів забезпечують взаємозамінність шпонкових з'єднань?

3. Як добирають допуски шпонкових з'єднань у залежності від характеру роботи для випадків призматичних, сегментних та клиновидних шпонок?

4. Зобразіть графічно схеми розташування полів допусків шпонкової посадки і покажіть найбільші та найменші зазори і натяги між шпонкою і пазами вала та втулки.

5. Наведіть умовне позначення призматичних, сегментних та клиновидних шпонкових з'єднань.

6. Чим і як контролюються ширина і глибина пазів деталей шпонкового з'єднання?

7. Для чого призначені шліцьові з'єднання? Назвіть та охарактеризуйте їхні основні типи.

8. Перелічіть способи центрування шліцьових з'єднань. У залежності від яких факторів вибирають спосіб центрування?

9. Перелічіть основні елементи прямобічного шліцьового профілю.

10. Які поля допусків валів і втулок застосовують для прямо бічних шліцьових сполучень?

11. Охарактеризуйте особливості центрування і посадки шліцьових сполучень з евольвентним профілем.

12. Зобразіть поля допусків шліцьової посадки при центруванні за зовнішнім діаметром та шириною шліців і покажіть найбільші та найменші зазори (натяги).

13. Чим відрізняються умовні позначення прямобічних та евольвентних шліцьових з'єднань на складальних і робочих кресленнях?

14. Опишіть методи контролю шліцьових поверхонь.

15. Які класи точності використовуються для виконання розмірів підшипників? Назвіть параметри, в залежності від яких призначаються класи точності підшипників кочення.

16. Охарактеризуйте особливості розташування полів допусків на приєднувальні розміри кілець підшипників кочення.

17. Назвіть умови, які визначають характер посадок підшипників на вал, у корпус.

18. Як призначаються поля допусків для посадок підшипників кочення на вал, в отвір корпусу?

19. Назвіть та охарактеризуйте види навантаження кілець підшипників кочення. Опишіть особливості монтажу підшипника на вал для кожного з видів.

20. Як позначаються підшипникові посадки на кресленнях?

**Питання для самоконтролю з теми
”Основні поняття про розмірні ланцюги“**

1. Що називається розмірним ланцюгом? Які є види розмірних ланцюгів?
2. Які ланки розмірного ланцюга називаються вихідними, замикаючими і складовими, а також збільшувальними і зменшувальними? Яке їх позначення у розмірному ланцюгу?
3. Навести класифікацію розмірних ланцюгів.
4. Записати співвідношення між параметрами ланок розмірного ланцюгів.
5. Які задачі розв’язуються розрахунком розмірних ланцюгів? Яку мету ставлять при вирішенні прямої та оберненої задачі?
6. Охарактеризувати суть основних методів вирішення розмірних задач.
7. Чим відрізняються методи регулювання, компенсування та припасовування? У яких випадках використовуються ці методи для розрахунку розмірних ланцюгів?
8. Описати методику розв’язування прямої та оберненої задач методом повної взаємозамінності.
9. Чому дорівнює допуск замикаючої ланки, розрахований методом повної взаємозамінності?
10. Яка функція компенсувальної ланки? Описати методику визначення кількості та розмірів компенсувальних ланок при розрахунку розмірних ланцюгів методом регулювання.

6. КОНТРОЛЬ ЗНАНЬ

6.1. Приклад завдання контрольної роботи

Завдання 1 (потрібно вибрати правильну відповідь з декількох вказаних, кожна правильна відповідь оцінюється в ___ балів).

1.1. Вид неповної взаємозамінності, коли виготовлені деталі сортують за розмірами на декілька груп, а далі проводять складання деталей однойменних груп називається:

- а) складанням на основі імовірнісних розрахунків;
- б) складанням з регулюванням положення чи розмірів окремих деталей виробу;
- в) селективним складанням;
- г) складанням з припасуванням однієї із зібраних деталей.

1.2. Нормативний документ, який приймає орган влади, а не орган зі стандартизації, називається:

- а) регламентом;
- б) стандартом;
- в) зведенням правил;
- г) документом технічних умов.

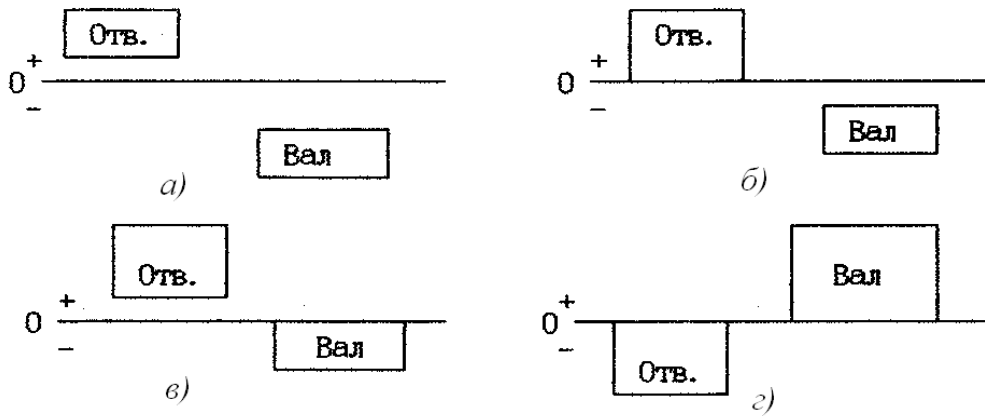
1.3. Які розміри називаються вільними?

- а) розміри з найбільшими величинами допусків;
- б) розміри поверхонь, що не входять у сполучення з поверхнями інших деталей;
- в) розміри з незазначеними на кресленні величинами допусків;
- г) розміри, по яких деталь сполучається з іншою деталлю.

1.4. За допомогою якого виразу можна визначити допуск зазору?

- а) $T_S = T_D - T_d$;
- б) $T_S = T_D + T_d$;
- в) $T_S = ES - es$;
- г) $T_S = S_{max} + S_{min}$.

1.5. Яка побудова полів допусків відповідає посадці із зазором у системі отвору?



1.6. Вкажіть область застосування перехідних посадок:

- а) нерухомі нероз'ємні з'єднання;
- б) нерухомі роз'ємні з'єднання;
- г) рухливі з'єднання швидкохідних машин;
- д) з'єднання, що вимагають регулювання.

1.7. У якій з відповідей застосоване неправильне умовне позначення граничних відхилень на розмір вала?

- а) $50d7\left(\begin{smallmatrix} -0.015 \\ -0.01 \end{smallmatrix}\right)$;
- б) $50h7\left(\begin{smallmatrix} -0.025 \\ -0.025 \end{smallmatrix}\right)$;
- в) $50f9\left(\begin{smallmatrix} +0.05 \\ +0.075 \end{smallmatrix}\right)$;
- г) $50g8\left(\begin{smallmatrix} +0.05 \\ -0.05 \end{smallmatrix}\right)$.

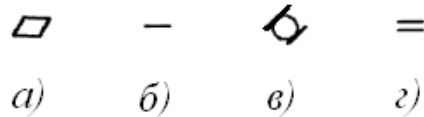
1.8. Із запропонованих варіантів відповіді вказати той, який визначає відхилення від циліндричності:

- а) найбільша відстань від точок реального профілю до прилеглого кола;
- б) мінімальне значення діаметра циліндра, усередині якого розташовується реальний циліндр;
- в) найбільша відстань від точок, що утворюють реальний циліндр до прилеглої площини в межах нормованої ділянки;
- г) найбільша відстань від точок реальної поверхні до прилеглого циліндра в межах нормованої ділянки.

1.9. Середня лінія на профілограмах проводиться так, що вона:

- а) знаходиться на рівні середнього значення між найбільшою западиною і найбільшим виступом;
- б) має форму номінального профілю і поділяє реальний профіль так, що в межах базової довжини сума квадратів відхилень профілю від цієї лінії є мінімальним;
- в) проходить через найвищу точку реального профілю в межах базової довжини;
- г) симетрична до ліній виступів і западин.

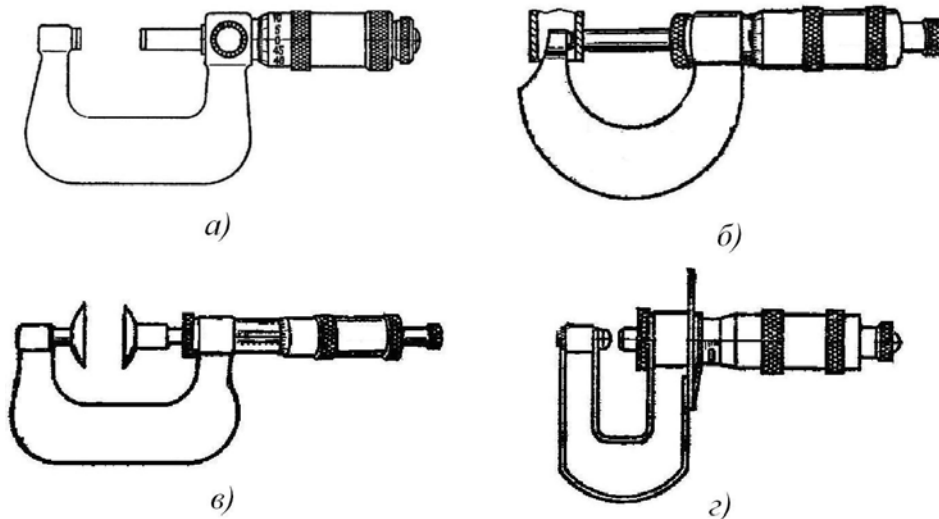
1.10. Як позначається відхилення від площинності?



1.11. Засоби вимірювання, які прийняті та затверджені для контролю точності інших засобів вимірювання, називаються:

- a) еталонами;
- б) робочими;
- в) зразковими;
- г) контрольними.

1.12. Вказати, який із зображених мікрометрів призначений для вимірювання товщини листового металу:



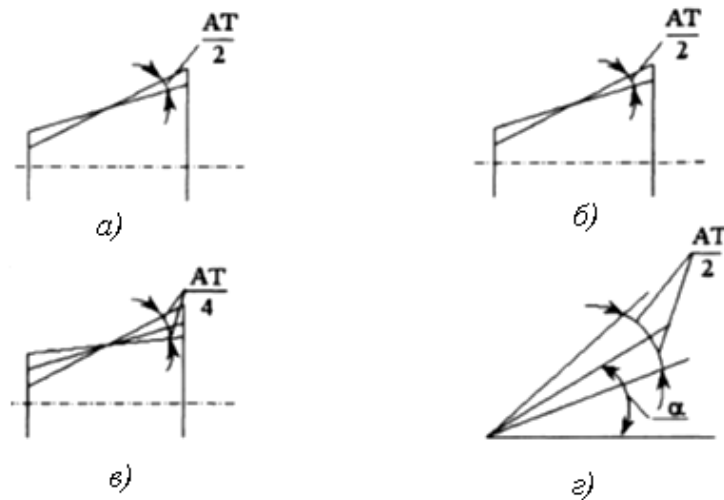
1.13. Конічні з'єднання, які застосовуються для утворення герметичних поверхонь (з метою забезпечення газо-, водо- та маслонепроникності), називаються:

- a) рухомими;
- б) нерухомими;
- в) ковзними;
- г) щільними.

1.14. Відношення різниці діаметрів основи конічної поверхні до її довжини називається:

- a) нахилом поверхні;
- б) конусністю;
- в) базовідстанню конуса;
- г) базовідстанню конічного з'єднання.

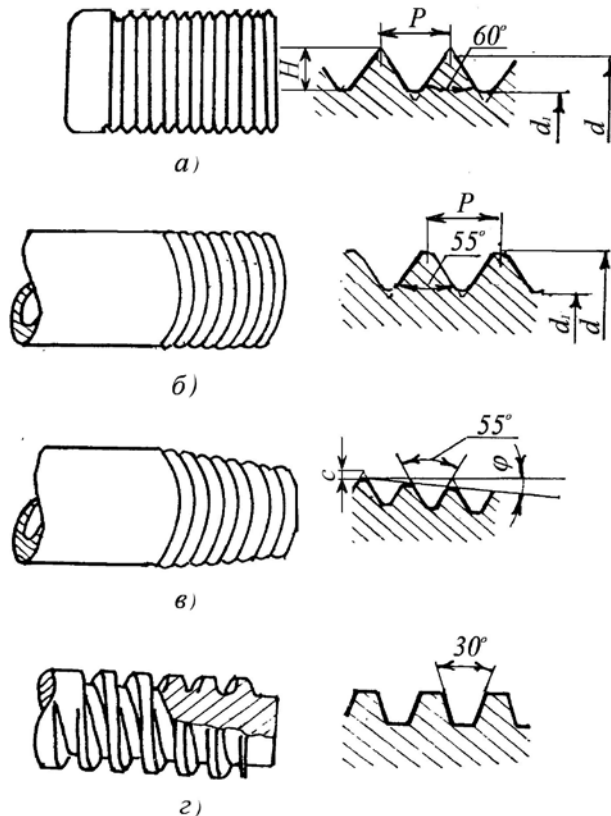
1.15. Симетричне розміщення поля допуску конічного з'єднання зображено на рисунку:



1.16. Найбільша кінематична похибка зубчастого колеса дорівнює:

- а) найбільшій алгебраїчній різниці кроків на зубчастому колесі;
- б) найбільшій алгебраїчній різниці між дійсним та номінальним кутами повороту заданого колеса зубчастої передачі;
- в) різниці між найбільшою та найменшою істинними довжинами спільної нормалі для цілого зубчастого колеса;
- г) відстані по нормалі між двома найближчими номінальними профілями зуба зубчастого колеса, між якими розміщений дійсний профіль зуба.

1.17. Трубна циліндрична різьба зображена на рисунку:



1.18. Діаметральна компенсація кроку для метричної різьби розраховується з допомогою виразу:

а) $f_p = \Delta P \operatorname{ctg}(\alpha/2)$;

б) $f_\alpha = 0,29P\Delta\alpha/2$;

в) $f_p = 3,732\Delta P$;

г) $f_\alpha = 0,582P\Delta\alpha/2$.

1.19. Центрування деталей евольвентного з'єднання переважно виконують:

а) за зовнішнім діаметром D ;

б) за бічними сторонами зубів b ;

в) за боковими поверхнями S ;

г) за внутрішнім діаметром d .

1.20. Вид навантаження кілець підшипника, яке полягає у сприйманні радіального навантаження всім оточом доріжки кочення і у передаванні його послідовно в усіх радіальних напрямках, усій посадковій поверхні вала або отвору корпусу, називається:

а) місцевим;

б) циркуляційним;

в) радіальним;

г) коливальним.

Завдання 2 (потребує короткої відповіді, кожна правильна відповідь оцінюється в ___ балів)

2.1. У чому полягає суть методу уніфікації?

2.2. Дайте визначення радіального биття. Як воно позначається на кресленні?

2.3. Дати визначення поняттям “діапазон показів шкали” та “діапазон вимірювання”. Як вони пов'язані між собою?

2.4. Сформулювати умову згвинчування парних різьб.

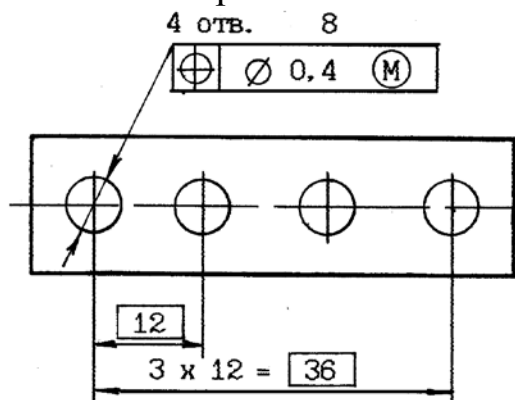
2.5. Сформулювати правило обходу ланок для визначення виду ланки розмірного ланцюга.

Завдання 3 (потребує обґрунтованої відповіді, кожна правильна відповідь оцінюється в ___ балів).

3.1. У результаті вимірювання партії валиків з номінальним діаметром 64 мм відхилення розмірів становили (у мкм): 0; -10; -15; -18; -23.

Користуючись таблицями, встановити квалітет і поле допуску для заданого розміру.

3.2. Розшифруйте позначення на кресленні:



3.3. Користуючись таблицями, встановити допустиму похибку вимірювання та підібрати вимірний інструмент для контролю розміру вала $\varnothing 45_{+2}^{+18}$.

Завдання 4 (потребує розгорнутої відповіді та проведення розрахунків, оцінюється в ___ балів).

Для спряження $\varnothing 35 \frac{H7^{(+0.025)}}{k6^{(+0.018)}}$ визначити:

- граничні розміри отвору та вала;
- допуски розміру отвору та вала;
- вид посадки;
- максимальний і мінімальний зазори (натяги) у спряженні.

Графічно зобразити поля допусків та зазори (натяги) для заданого спряження.

6.2. Листок усної відповіді на екзамені за талонами №2 та К (приклад)

Кожне із завдань оцінюється у 20 балів. Усього – 100 балів.

1. Державна система стандартизації в Україні: організація робіт із стандартизації, розробка стандарту, державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил.

2. Види і позначення шпонкових з'єднань. Основні параметри шпонкових спряжень. Допуски і посадки шпонкових з'єднань.

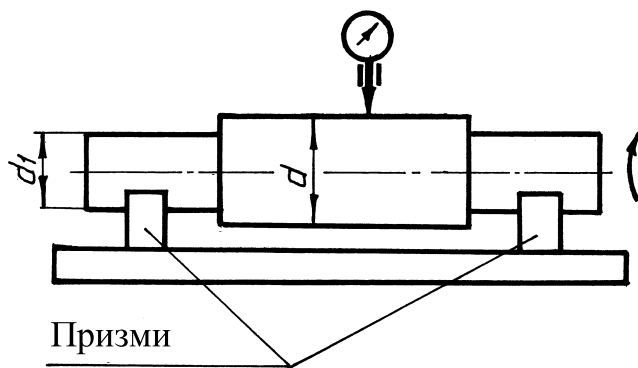
3. Для заданого спряження визначити:

- граничні розміри отвору та вала;
- допуски розміру отвору та вала;
- вид посадки;

г) максимальний і мінімальний зазори (натяги) у спряженні.
Графічно зобразити поля допусків для заданого спряження.

$$\text{Ø}35 \frac{\text{H}7^{(+0.025)}}{\text{g}7^{(-0.009/-0.025)}}$$

4. Визначити величину відхилення від співвісності циліндра діаметром d відносно циліндрів діаметрами d_1 , якщо показ відлікового пристрою приладу в результаті вимірів радіального биття становить 25 мкм:



5. Задано різьбове з'єднання з малим кроком $P = 1$ мм, з кріпильною метричною однозахідною різьбою, з нерухомим характером з'єднання. Користуючись стандартом, визначити усі основні розміри, дібрати припасування та навести умовні позначення різьбових поверхонь для з'єднання та окремих деталей.

6.3. Перелік екзаменаційних питань

1. Суть, значення і види взаємозамінності.
2. Суть, зміст та рівні стандартизації. Об'єкти стандартизації.
3. Категорії нормативних документів із стандартизації та види стандартизації.
4. Міжнародна стандартизація. Міжнародна класифікація стандартів.
5. Основні принципи стандартизації. Основні методи стандартизації.
6. Державна система стандартизації в Україні: організація робіт із стандартизації, розробка стандарту, державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил.
7. Ряди переважних чисел. Параметричні ряди виробів.
8. Допуски і посадки гладких циліндричних з'єднань: основні терміни і визначення (номінальний, дійсний і граничний розміри; граничні відхилення; допуск розміру). Графічне зображення допусків.
9. Система отвору і система вала. Одиниця допуску. Квалітети. Основні відхилення. Утворення і позначення полів допусків.
10. Методи вибору посадок. Область застосування посадок з зазором, з натягом, перехідних.

11. Відхилення від геометричної форми поверхонь та профілів. Визначення відхилень і допусків форми поверхонь. Їх види та позначення на кресленні.

12. Відхилення розміщення поверхонь. Визначення відхилень і допусків форми поверхонь. Їх види та позначення на кресленні.

13. Сумарні відхилення форми і розміщення поверхонь. Відхилення форми заданого профілю (поверхні). Радіальне та торцьове биття. Їх позначення на кресленні.

14. Шорсткість поверхонь та її параметри. Причини виникнення шорсткості поверхонь. Позначення шорсткості поверхні на кресленні.

15. Хвилястість поверхонь та її параметри. Позначення хвилястості поверхні на кресленні.

16. Кутові розміри та одиниці виміру кутів. Нормальні ряди та розміри кутів. Допуски кутових розмірів. Схема полів допусків кутового розміру.

17. Види гладких конічних з'єднань. Основні параметри конічних з'єднань та їх позначення. Допуски конусів.

18. Допуски конусів та їх зображення. Види конічних посадок.

19. Метрологія та метрологічна діяльність: основні терміни та визначення. Одиниці вимірювань, їх відтворення і зберігання.

20. Види і методи вимірювання.

21. Метрологічна служба України. Державний метрологічний контроль і нагляд.

22. Засоби вимірювальної техніки. Основні метрологічні характеристики вимірювальних засобів. Вибір вимірювальних засобів для проведення вимірювань.

23. Похибка вимірювання, її види. Розрахунок похибок.

24. Штангенінструменти.

25. Мікрометричні вимірювальні засоби.

26. Плоскопаралельні кінцеві міри довжини. Калібри.

27. Важільні та індикаторні скоби і нутроміри.

28. Оптичні методи вимірювання розмірів.

29. Види шпонкових з'єднань. Основні параметри шпонкових з'єднань та їх позначення.

30. Допуски і посадки призматичних з'єднань.

31. Допуски і посадки сегментних та клиноподібних шпонкових з'єднань.

32. Види шліцьових з'єднань. Основні параметри шліцьових спряжень та їхнє позначення на кресленні.

33. Допуски і посадки прямобічних шліцьових з'єднань.

34. Допуски і посадки евольвентних шліцьових з'єднань.

35. Види різьб та їхнє графічне позначення. Основні параметри різьб.
36. Основні принципи взаємозамінності різьби (відхилення кроку та кута профілю різьб та їх діаметральна компенсація, зведений середній діаметр).
37. Допуски і посадки метричних різьб.
38. Види та параметри точності зубчастих коліс і передач та їхнє позначення.
39. Норми точності циліндричних зубчастих коліс (показники норми кінематичної точності, плавності роботи, контакту зубів у передачі).
40. Методи вибору ступеню точності зубчастих коліс і передач. Позначення точності зубчастих коліс та передач на кресленні.
41. Точність підшипників кочення: показники, класи точності, їх застосування та позначення.
42. Допуски і посадки підшипників кочення: види навантаження кілець, вибір посадок, позначення посадок підшипників кочення на кресленнях.
43. Розмірні ланцюги: основні поняття і визначення. Класифікація розмірних ланцюгів. Основні методи досягнення заданої точності замикаючої ланки.
44. Розрахунок розмірних ланцюгів методом повної взаємозамінності.
45. Розрахунок розмірних ланцюгів методом регулювання.

6.4. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Завдання

Розрахувати відсоток посадок з натягом і посадок із зазором для перехідної посадки згідно з відповідним варіантом. Для проведення розрахунків використовувати дані таблиць.

Теоретичні відомості

Перехідні посадки призначені для нерухомих роз'ємних з'єднань деталей і забезпечують добре центрування з'єднаних деталей. При виборі перехідних посадок необхідно враховувати, що для них характерна можливість отримання натягів та зазорів.

Натяги в перехідних посадках мають відносно малу величину та, як правило, не потребують перевірки деталей на міцність. Ці натяги недостатні для передавання зусиль чи крутних моментів, до того ж отримання натягу в посадках не гарантоване. Тому перехідні посадки використовують з додатковим кріпленням з'єднаних деталей. Зазори, що утворюються у перехідних посадках, також відносно малі, що запобігає значному зміщенню (утворенню ексцентриситету) з'єднаних деталей.

Для утворення полів допусків посадок використовують основні відхилення $J_s(j_s)$, $K(k)$, $M(m)$, $N(n)$ у відносно точних квалітетах: вали — у 4 – 7, отвори — у 5 – 8. Відхилення розмірів отворів у перехідних посадках, як правило, приймають на один квалітет нижчими, ніж валів.

Вибір перехідних посадок найчастіше виконується за аналогією з відомими з'єднаннями, що надійно працюють. Розрахунки виконуються в основному як перевірочні, та містять включають у себе:

- визначення максимального зазору за радіальним биттям деталі;
- імовірність отримання зазорів та натягів у з'єднанні;
- перевірку міцності деталей;
- визначення зусилля складання за максимальним натягом.

Точність центрування визначається величиною F_r радіального биття втулки (колеса) на валу, що виникає при зазорі та односторонньому зміщенні вала та отвору. Максимальний зазор посадки:

$$S_{\max} = F_r / K_T, \quad (1)$$

де $K_T = 2-5$ — коефіцієнт запасу точності.

Трудомісткість складання та розбирання з'єднань з перехідними посадками, як і характер цих посадок, залежить від ймовірності отримання у них натягів та зазорів. При розрахунку ймовірності отримання натягів та зазорів роблять такі припущення:

- розсіювання дійсних розмірів деталей підлягає закону нормального розподілу;
- теоретичне розсіювання дорівнює допуску деталі;
- центр розсіювання збігається із серединою поля допуску.

Із теорії ймовірності відомо: якщо дійсні розміри підлягають закону нормального розподілу, то і посадки, які отримують внаслідок їхніх довільних поєднань з цілком певними значеннями натягів та зазорів, також визначаються цим самими законом. Центр розподілу посадки знаходять шляхом алгебраїчного додавання відповідних центрів відхилень середин полів допусків деталей, а величину розподілу — шляхом додавання середніх квадратичних відхилень дійсних розмірів. Розподіл натягів та зазорів буде підлягати нормальному закону, а ймовірність їх отримання визначатись за допомогою інтегральної функції ймовірності $\Phi(z)$ (табл. 2).

Послідовність виконання роботи

1. Розрахувати та побудувати:

- схеми розташування полів допусків посадок із діаметрами спряження d_1 та d_2 ;
- очікувану при складанні частку з'єднань з натягом (ймовірність натягу);
- частку з'єднань із зазором (ймовірність зазору) заданих посадок.

2. Розрахувати посадку та визначити:

- максимальний та мінімальний натяги (зазори) $N_{\max}, N_{\min}, (S_{\max}, S_{\min})$;
- середній натяг (зазор) $N_m (S_m)$;
- допуски розмірів отвору та вала T_D, T_d .

3. Розрахувати середнє квадратичне відхилення допуску розмірів отвору σ_D , вала σ_d та посадки σ_{Π}

$$\sigma_D = T_D / 6, \quad \sigma_d = T_d / 6$$

$$\sigma_{\Pi} = \sigma_N = \sigma_S = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{T_D^2 + T_d^2} / 6 \quad (2)$$

4. Побудувати криву розподілу натягів-зазорів для даної посадки (рис.). Центром групування є середнє значення N_m , а граничні значення рівні $\pm 3\sigma_{\Pi}$. Незаштрихована площа характеризує ймовірність отримання з'єднань з натягом.

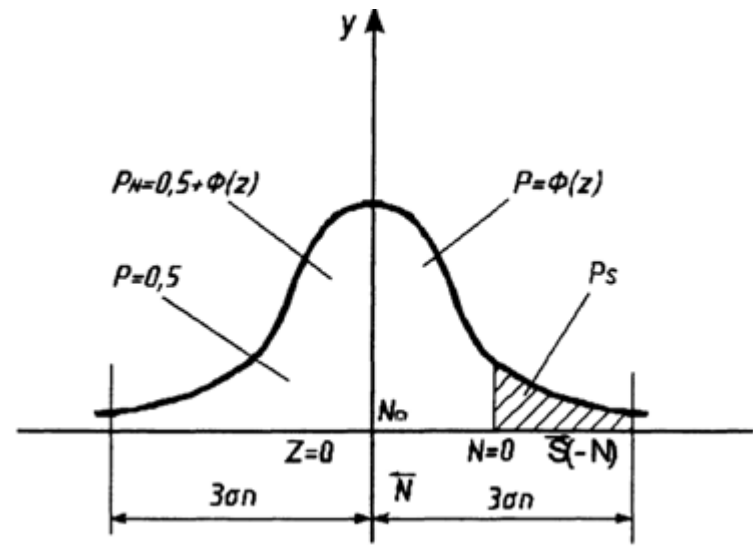


Рис.1. Крива розподілу натягів-зазорів

5. Визначити границю інтегрування при $N_i = 0$:

$$Z = N_m / \sigma_{\Pi} \quad (3)$$

6. Розрахувати ймовірність значень натягу в межах від 0 до N_m , тобто площу, обмежену лінією симетрії кривої Гауса та ординатою, розташованою на відстані N_m , від лінії симетрії. Імовірність натягів від 0 до N_m знаходять із таблиці значень функції $\Phi(z)$ при $z = N_m/n$ (табл. 2). Імовірність отримання натягів у з'єднанні:

при $z > 0$:

$$P'_N = 0,5 + \Phi(z), \quad (4)$$

при $z < 0$:

$$P'_N = 0,5 - \Phi(z). \quad (5)$$

Відсоток з'єднань з натягом:

$$P_N = P'_N \cdot 100\%. \quad (6)$$

Імовірність зазорів:

$$P'_S = 1 - P'_N \quad (7)$$

Відсоток з'єднань із зазором:

$$P_S = P'_S \cdot 100\% . \quad (8)$$

Значення P_N та P_S для перехідних посадок наведені в табл. 3.

Приклад розрахунку.

Розрахувати очікувані при складанні частки з'єднань з натягом та зазором (імовірність натягу та зазору) для посадки:

$$\text{Ø}65 \frac{H7^{(+0.030)}}{g7^{(+0.039)}}$$

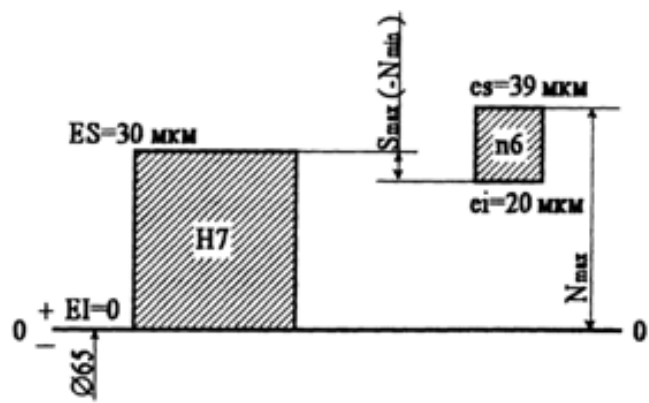


Рис. 2. Схема розташування полів допусків посадки 65 H7/n6

Розраховуємо посадку. Максимальний та мінімальний натяги:

$$N_{max} = es - EI = 39 - 0 = 39 \text{ (мкм)};$$

$$N_{min} = ei - ES = 20 - 30 = -10 \text{ (мкм)}.$$

$$\text{Або } S_{max} = -N_{min} = 10 \text{ мкм.}$$

Середній натяг:

$$N_m = (N_{max} + N_{min})/2 = (39 - 10) / 2 = 14,5 \text{ (мкм)}.$$

Допуски:

$$\text{отвору } T_D = ES - EI = 30 - 0 = 30 \text{ (мкм)};$$

$$\text{вала } T_d = es - ei = 39 - 20 = 19 \text{ (мкм)}.$$

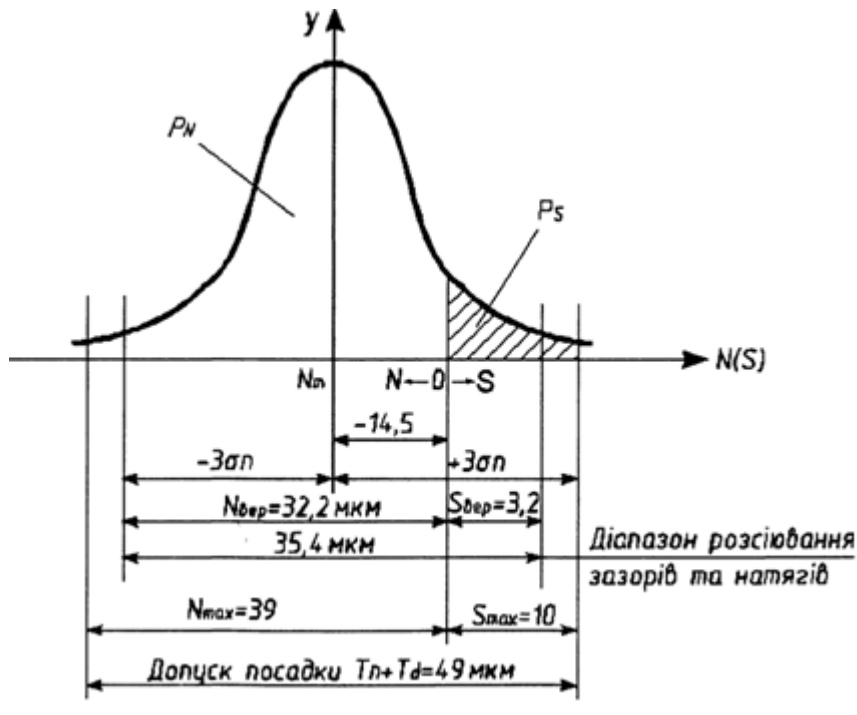


Рис. 3. Крива розподілу натягів–зазорів для посадки 65 Н7/п6

Схема розташування полів допусків посадки зображена на рис. 2.

Визначаємо середнє квадратичне відхилення посадки за формулою (2):

$$\sigma_{\pi} = \sqrt{T_D^2 + T_d^2} / 6 = \sqrt{30^2 + 19^2} / 6 = 5,9 \text{ (мкм)}.$$

Визначаємо границю інтегрування:

$$Z = N_m / \sigma_{\pi} = 14,5 / 5,9 = 2,46.$$

Будуємо криву розподілу натягів–зазорів для даної посадки (рис. 3).

Розраховуємо ймовірність отримання натягу в межах від 0 до $N_m = 14,5$ мкм.

$$\Phi(2) = \Phi(2,46) = 0,493.$$

Ймовірність натягів за формулою (4) при $z > 0$:

$$P'_N = 0,5 + \Phi(z) = 0,5 + 0,493 = 0,993,$$

або

$$P_N = P'_N \cdot 100\% = 0,993 \cdot 100\% = 99,3\%.$$

Ймовірність зазорів визначається за формулою (7):

$$P'_S = 1 - P'_N = 1 - 0,993 = 0,007, \text{ або } P_S = P'_S \cdot 100\% = 0,007 \cdot 100\% = 0,7\%$$

Значення P_N та P_S відповідають даним табл. 3:

$$P_{N\text{табл}} = (99,1 - 99,6)\%, \quad P_{S\text{табл}} = (0,9 - 0,4)\%.$$

Ймовірнісний максимальний натяг:

$$N_{\text{ім}} = N_m + 3\sigma_{\pi} = 14,5 + 3 \cdot 5,9 = 32,2 \text{ (мкм)}.$$

Максимальний ймовірнісний зазор:

$$S_{\text{ім}} = 3\sigma_{\pi} - N_m = 3 \cdot 5,9 - 14,5 = 3,2 \text{ (мкм)}.$$

Отже, ймовірнісні зазори та натяги $S_{\text{ім}}$, $N_{\text{ім}}$ значно менші за граничні зазори та натяги S_{max} , N_{max} .

Таблиця 1. Варіанти індивідуальних завдань

Варіант	d_1 , мм	d_2 , мм	Варіант	d_1 , мм	d_2 , мм
1	30H7/n6	60 K8/h7	11	60 H8/k7	30 N7/h6
2	45H7/m6	30 Js/h7	12	30 H8/js7	45 M7/h6
3	60 H7/k6	45 M8/h7	13	45 H8/m7	60 K7/h6
4	60 H7/js6	30 N8/h7	14	30 H8/n7	60 Js7/h6
5	45 H8/n6	30 Js7/h7	15	30 H7/js6	45 N8/h7
6	60 8/m7	45 K7/h8	16	45 H7/k6	60 M8/h7
7	45 H8/k7	60 M7/h6	17	60 H7/m6	45 K8/h7
8	60 H8/js7	45N7/h6	18	45 H7/n6	60 Js8/h7
9	60 H6/k5	60 N8/h7	19	60 H8/n7	60 K6/h5
10	45 H6/n5	60 K7/h8	20	60 H7/k6	60 N6/h5

Таблиця 2. Значення функції $\Phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_a^z \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz$

z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$	z	$\Phi(z)$
0,01	0,0040	0,31	0,1217	0,72	0,2642	1,80	0,4641
0,02	0,0080	0,32	0,1255	0,74	0,2763	1,85	0,4678
0,03	0,0120	0,33	0,1293	0,76	0,2764	1,90	0,4713
0,04	0,0160	0,34	0,1331	0,78	0,2823	1,95	0,4744
0,05	0,0199	0,35	0,1368	0,80	0,2881	2,00	0,4772
0,06	0,0239	0,36	0,1406	0,82	0,2939	2,10	0,4821
0,07	0,0279	0,37	0,1443	0,84	0,2995	2,20	0,4861
0,08	0,0319	0,38	0,1480	0,86	0,3051	2,30	0,4893
0,09	0,0359	0,39	0,1517	0,88	0,3106	2,40	0,4918
0,10	0,0398	0,40	0,1554	0,90	0,3159	2,50	0,4938
0,11	0,0478	0,41	0,1591	0,92	0,3212	2,60	0,4953
0,12	0,0478	0,42	0,1628	0,94	0,3264	2,70	0,4965
0,13	0,0517	0,43	0,1664	0,96	0,3315	2,80	0,4974
0,14	0,0557	0,44	0,1700	0,98	0,3365	2,90	0,4981
0,15	0,0596	0,45	0,1736	1,00	0,3413	3,00	0,4986
0,16	0,0639	0,46	0,1772	1,05	0,3531	3,20	0,49931
0,17	0,0675	0,47	0,1808	1,10	0,3643	3,40	0,48966
0,19	0,0753	0,49	0,1879	1,20	0,3849	3,80	0,49992
0,20	0,0793	0,50	0,1915	1,25	0,3944	4,00	0,49996
0,21	0,0832	0,52	0,1985	1,30	0,4032	4,50	0,49999
0,22	0,0871	0,54	0,2054	1,35	0,4115	5,00	0,49999
0,23	0,0910	0,56	0,2123	1,40	0,4192		
0,24	0,0948	0,58	0,2190	1,45	0,4265		
0,25	0,0987	0,60	0,2257	1,50	0,4332		
0,26	0,1020	0,62	0,2324	1,55	0,4394		
0,27	0,1064	0,64	0,2389	1,60	0,4452		
0,28	0,1103	0,66	0,2454	1,65	0,4505		
0,29	0,1141	0,68	0,2517	1,70	0,4554		
0,30	0,1179	0,70	0,2580	1,75	0,4599		

Таблиця 3. Відсоток натягів P_N для перехідних посадок при розмірах від 3 мм до 500 мм

Посадка		Відсоток натягів P_N	Посадка		Відсоток натягів P_N
H5/m4	M5/h4	99,93 – 99,98	H7/k6	K7/h6	24 – 34
H5/k4	K5/h4	38 – 68	H7/j6	J7/h6	0,5 – 4,0
H5/j4		0,5 – 1,0	H7/j6		0,5 – 0,6
	J5/h4	3 – 6		J7/h6	5 – 6
H6/m5	M6/h5	94 – 99	H8/n7	N8/h7	88 – 93
H6/k5	K6/h5	38 – 50	H8/m7	M8/h7	60 – 71
H6/j5	J6/h5	0,1 – 2,6	H8/k7	K8/h7	24 – 29
H6/j5		0,5 – 0,Я	H8/j7	J8/h7	0,6 – 2,7
	J6/h5	4 – 5	H8/j7		0,6 – 0,7
H7/n4	N7/h6	99,1 – 99,6		J8/h7	4 – 5
H7/m6	M7/h6	80 – 85			

6. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ПІДРУЧНИКІВ ТА МЕТОДИЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Основні:

1. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія, та кваліметрія. Навчальний посібник / Л.І. Боженко. – Львів: “Світ”, 2003. – 328 с.
2. Желєзна А.О. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань. Навчальний посібник / А.О. Желєзна, В.А. Кирилович. – К.: ”Кондор“, 2009. – 794 с.
3. Козловский Н. С. Основы стандартизации, допуски, посадки и технические измерения. Учебное пособие / Н.С. Козловский, А.Н. Виноградов. – М.: “Машиностроение”, 1982. – 288 с.

Додаткові:

4. Боженко Л.І., Гутта О.Й. Управління якістю, основи стандартизації та сертифікації продукції. Навчальний посібник / Л. І. Боженко, О. Й. Гутта. – Львів: “Афіша”, 2001. – 176 с.
5. Бичківський Р.В. Метрологія, стандартизація, управління якістю і сертифікація. Підручник / Р. В. Бичківський, П. Г. Столярчук, П. Р. Гамула. – Львів: В-во НУ “Львівська політехніка”, 2002. – 560 с.
6. ДСТУ 1.0-93. Державна система стандартизації України. Основні положення.
7. ДСТУ 2682-94. Метрологічне забезпечення. Основні положення.
8. Законодавство України про стандартизацію, метрологію і сертифікацію. – К.: „Юрінком”, 2003. – 446с.
9. Ганевский Г.М., Голдин Н.И. Допуски, посадки и технические измерения в машиностроении. Учебное пособие / – М: “Машиностроение”, 1987. – 452 с.
10. Допуски и посадки. Справочник в 2-х частях. / Под. ред. Мягкова В.Ф. –Л: “Машиностроение”, 1979. – 396 с.

Методичне забезпечення:

11. Скварок Ю., Чубик Р. Взаємозамінність, стандартизація, технічні вимірювання. Лабораторний практикум. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ ім. Івана Франка, 2011. – 140 с.
12. Скварок Ю. Засоби вимірювальної техніки для вимірювання лінійних і кутових розмірів. – Дрогобич: Редакційно-видавничий відділ ДДПУ ім. Івана Франка, 2011. – 140 с.

Інформаційні ресурси:

13. Закон України “Про стандартизацію”. Режим доступу: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/1315-18>.

14. Сайт Українського Агенства зі Стандартизації, Українського науково-дослідного і навчального центру проблем стандартизації, сертифікації та якості – Режим доступу: <http://uas.org.ua/index.php>.

15. Івченко Л.Й. Взаємозамінність, стандартизація та метрологічне забезпечення технічних вимірювань (навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів) / Л.Й. Івченко, В.В. Петрикін, С.І. Дядя, Б.М. Левченко. – Запоріжжя: Видавничий комплекс ОАО “Мотор Січ” М., 2010 р. – 452 с. – Режим доступу: http://old.zntu.edu.ua/base/persons/book_as_DSTU.pdf.

16. Антоненко І.І. Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань (навчальний посібник) / І.І. Антоненко, А.С. Солоха. – Кривий Ріг: КДПУ, 2016. – 40 с. – Режим доступу: http://elibrary.kdpu.edu.ua/jspui/bitstream/0564/379/1/Основи_взаєм.pdf.