



# МЕТРОЛОГІЯ, СТАНДАРТИЗАЦІЯ І СЕРТИФІКАЦІЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 - Механічна інженерія
Спеціальність	133 – Галузеве машинобудування
Освітня програма	Усі освітні програми спеціальності «Галузеве машинобудування»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити ЕКТС, 120 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен, МКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу/ викладачів	Лектор: кандидат технічних наук, доцент Мініцька Наталія Валентинівна Кафедра: Корпус КПІ 22, кімната 611, тел. (044)204-82-55 пошта: <a href="mailto:minitska27@gmail.com">minitska27@gmail.com</a> Практичні: канд. техн. наук., доц. Мініцька Н.В., ст.викл. Парненко В.С.
Розміщення курсу	Ресурс «Електронний кампус»

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна «Метрологія, стандартизація і сертифікація» є однією з базових у структурі підготовки бакалаврів у галузі механічної інженерії.

**Метою дисципліни** є знання основ метрології, стандартизації та уміння застосовувати нормативну документацію з нормування точності деталей механізмів у своїй практичній діяльності під час проектування, виготовлення, сертифікації та експлуатації виробів машинобудування.

**Предмет навчальної дисципліни.** Основи метрології, стандартизації, основні норми взаємозамінності, положення державної системи стандартизації, нормування параметрів точності, методів і засобів контролю розмірів, відхилень форми, розташування та шорсткості поверхонь деталей, якість та сертифікація продукції.

У результаті вивчення дисципліни студент набуде наступних компетентностей:

#### Здатність

- Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

#### Знання

- Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

## Уміння

- Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи
- Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

## 2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна «Метрологія, стандартизація і сертифікація» базується на наступних дисциплінах:

- Хімія
- Лінійна алгебра і аналітична геометрія
- Вища математика
- Інженерна та комп'ютерна графіка
- Загальна фізика
- Теоретична механіка
- Технологія конструкційних матеріалів
- Матеріалознавство

У свою чергу дисципліна «Метрологія, стандартизація і сертифікація» є базою для подальшої підготовки з дисциплін:

- Процеси і технології формоутворення
- Конструкторське забезпечення інструментальних систем
- Метрологічне забезпечення інструментального виробництва

## 3. Зміст навчальної дисципліни

### Розділ 1. Основи метрології, стандартизації та сертифікації. Точність деталей машин

*Тема 1.1* Поняття метрології, взаємозамінності, стандартизації та сертифікації

*Тема 1.2* Точність та похибки деталей машин.

### Розділ 2. Нормування розмірної точності деталей

*Тема 2.1* Основи допусків, відхилень та посадок.

*Тема 2.2* Система допусків ISO на лінійні розміри.

*Тема 2.3* Вибір квалітетів і посадок.

### Розділ 3. Нормування геометричної точності деталей

*Тема 3.1* Допуски форми та розташування поверхонь.

*Тема 3.2* Залежні допуски.

*Тема 3.2* Шорсткість та хвилястість поверхні.

*Тема 3.3* Структура поверхні.

### Розділ 4 Нормування точності типових з'єднань

*Тема 4.1* Допуски і посадки підшипників кочення.

*Тема 4.2* Шпонкові, штифтові та шліцьові з'єднання.

*Тема 4.3* Метричні різьби з зазором, з натягом та перехідні.

*Тема 4.4* Трапецієподібні різьби.

*Тема 4.5* Допуски кутів та конусів. Конічні з'єднання.

*Тема 4.6* Система допусків зубчастих коліс і передач.

### Розділ 5 Нормування точності геометричних параметрів на основі розрахунку розмірних ланцюгів

**Тема 5.1** Класифікація розмірних ланцюгів. Метод повної взаємозамінності.

**Тема 5.2** Методи неповної взаємозамінності.

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

##### Базова література

- Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 1 [Текст] : навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Мініцька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак . – ІваноФранківськ : Симфонія форте, 2016. – 164 с. ISBN 978-966-286-096-2
- Допуски, посадки та технічні вимірювання. Практикум. Частина 2 [Текст] : навч. посібн. / Ю.І. Адаменко, О.М. Герасимчук, В.А. Пасічник, Н.В. Мініцька, С.В. Майданюк, О.А. Плівак . – ІваноФранківськ : Симфонія форте, 2016. – 188 с. ISBN 978-966-286-097-9
- Адаменко, Ю. І. Метрологія та стандартизація. Розрахунково-графічна робота [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка», 133 «Галузеве машинобудування» / Ю. І. Адаменко, С. В. Майданюк, О. А. Плівак ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 5,11 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 157 с.
- Радкевич, Я.М. Метрология, стандартизация и сертификация: Учебник для вузов. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 540 с.

##### Додаткова література

- <https://www.iso.org/home.html>
- <http://uas.org.ua/ua/>
- <http://csm.kiev.ua/>

Наведена література знаходиться в бібліотеці КПІ ім. Ігоря Сікорського (<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/9716>) та в мережі Internet.

#### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

##### Лекційні заняття

Під час лекційних занять розглядаються наступні питання:

- Предмет і мета дисципліни. Основні положення метрології, взаємозамінності, стандартизації. Види та категорії стандартів. Рівні стандартизації. Сертифікація продукції.
- Похибки геометричної точності деталей машин, їх класифікація та причини виникнення. Систематичні та випадкові похибки при виготовленні деталей машин.
- Основні терміни та визначення системи допусків і посадок ISO, гладких циліндричних з'єднань (ГЦЗ), розміри, відхилення, допуски, системи посадок.
- Принципи побудови систем допусків та посадок гладких циліндричних з'єднань. Основні положення системи допусків і посадок ISO. Гармонізація національних стандартів з міждержавними, міжнародними.
- З'єднання, їх елементи та характеристики з'єднань (посадки) їх розрахунок. Розрахунки оптимальних натягів чи зазорів у трьох типах посадок: з натягом, з зазором, перехідних. Вибір квалітетів. Вибір посадок. Посадки рекомендовані та переважні.
- Вибір посадок для типових деталей машин – зубчастих коліс, шківів, муфт, кілець, втулок тощо в залежності від умов їх експлуатації.
- Точність форми поверхонь деталей. Допуски. Позначення допусків на кресленнях.
- Точність розташування поверхонь. Залежні та незалежні допуски. Позначення допусків на кресленнях.

- Шорсткість поверхонь. Нормування шорсткості. Позначення шорсткості на кресленнях.
- Підшипники кочення. Допуски та посадки підшипників кочення. Точність підшипників кочення та точність деталей, з'єднувальних з ними.
- Різьбові з'єднання. Взаємозамінність метричних різьб. Посадки різьб. Різьби з зазором, перехідні та з натягом. Трапецієподібні різьби. Контроль різьб. Позначення на креслениках.
- Шпонкові, штифтові та шліцьові з'єднання. Взаємозамінність шпонкових та шліцьових з'єднань з прямобічним профілем. Взаємозамінність шліцьових з'єднань з евольвентним та трикутним профілем.
- Допуски кутів та конусів. Конічні посадки. Методи і засоби вимірювання кутів і конусів.
- Взаємозамінність зубчастих коліс та передач. Норми кінематичної точності, норми плавності та контакту циліндричних зубчастих коліс та передач. Норми бічного зазору. Види спряжень. Методи та засоби контролю точності зубчастих коліс.
- Розмірні ланцюги, основні властивості. пряма та обернена задачі. Методи розрахунку.
- Вибір методу досягнення необхідної точності. Складання з повною та неповною взаємозамінністю. Розрахунок розмірних ланцюгів методом селективного складання, методом регулювання та припасування.

## Практичні заняття

Основні завдання циклу практичних занять – це поглиблення теоретичних знань, набуття навичок роботи з нормативно-технічною та довідниковою літературою та вирішення практичних задач, що дозволяють студентам обґрунтовано призначати посадки, допуски і граничні відхилення з метою забезпечення при проектуванні конкурентоздатної продукції.

Основні теми практичних занять та перелік основних питань:

1. Розрахунок граничних розмірів, допусків, зазорів, натягів трьох типів посадок гладких циліндричних з'єднань.
2. Призначення посадок з зазором та натягом, перехідних посадок. Вибір стандартних посадок з числа рекомендованих та переважних.
3. Призначення посадок підшипників кочення, розрахунок їх характеристик.
4. Розрахунок виконавчих розмірів калібрів-пробок граничних та калібрів-скоб для контролю точності отворів та валів.
5. Розрахунок параметрів посадок різьбових деталей.
6. Призначення допуску форми та розташування поверхонь. Призначення шорсткості поверхні.
7. Розробка робочих креслеників деталей машин.
8. Розрахунок розмірних ланцюгів за методом повної взаємозамінності, ймовірнісним методом чи методом компенсаторів.

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 36 годин) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем (2 години);
- підготовці до виконання практичних занять, аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків (2 годин);
- підготовка до тематичних контрольних робіт (2 годин)
- підготовці до підсумкової атестації – екзамену (30 годин).

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- Відвідування лекцій чи відсутність на них, не оцінюється. Проте, студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання.
- Відвідування практичних занять є обов'язковим, оскільки на цих заняттях вирішуються типові інженерні задачі, які виносяться на екзамен. Також студенти мають можливість проконсультуватися з викладачем по всіх питаннях з дисципліни.
- Відвідування модульних контрольних робіт є обов'язковим. Якщо студент пропустив МКР з поважних причин, наприклад, за станом здоров'я, то за наявності підтверджуючого документа (довідки) він може протягом тижня написати пропущену контрольну роботу. В іншому випадку МКР не оцінюється. Перескладання контрольної роботи на вищу оцінку є неможливим
- Завдання пропущеного практичного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час практичних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних практичних занять оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, графіками, копіями екрану – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється засобами googledocs, після чого надається доступ для редагування для викладача. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з практичних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності та нормами етичної поведінки, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут»» <https://kpi.ua/code>
- Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

### **Поточний контроль:**

- Захист звітів з практичних всього максимально 40 балів, відповідно:
  - Практика 1                    максимум 5 балів
  - Практика 2                    максимум 5 балів
  - Практика 3                    максимум 5 балів
  - Практика 4                    максимум 5 балів
  - Практика 5                    максимум 5 балів
  - Практика 6                    максимум 5 балів
  - Практика 7                    максимум 5 балів
  - Практика 8                    максимум 5 балів

- Робочим навчальним планом передбачено проведення однієї модульної контрольної роботи (МКР) в обсязі 2 год. Метою проведення контрольних робіт є перевірка знань, засвоєних студентами в процесі вивчення відповідних розділів кредитного модуля МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи, які проводяться у вигляді контрольної роботи з двох питань на 7-му та 14-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка за кожну роботу 5 балів (2 бали – перше питання та 3 бали – друге питання), всього складає 10 балів за семестр (табл. 1).

#### Рейтингові бали за першу контрольну роботу

Таблиця 1

Бали	Критерій оцінювання
5	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
4,5	Вірна відповідь на 90 % питань
4	Вірна відповідь на 80 % питань
3,5	Вірна відповідь на 70 % питань
3	Вірна відповідь на 60 % питань
0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній

- Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабуса. Для позитивного першого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №1, №2 і №3 та Тематичної контрольної роботи №1. Для позитивного другого календарного контролю студент повинен отримати позитивні оцінки за захист практичних робіт №4 , №5 і №6 та тематичної роботи №2.
- Загальний рейтинг з дисципліни включає штрафні та заохочувальні бали (табл. 2), які додаються або віднімаються від суми вагових балів усіх контрольних заходів. Загальна сума штрафних балів не може перевищувати  $50 \times 0,1 = (-6)$  балів. Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати  $50 \times 0,1 = (+6)$  балів.

Таблиця 2

Дія	Бали
Несвоєчасне представлення результатів практичного заняття	мінус 1 бал (але в сумі не більш, ніж мінус 6)
Участь (перемога) в етапі Всеукраїнської студентської олімпіади з дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»	плюс 1 бал за правильно виконане завдання, (але не більше, ніж плюс 6)
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

#### Семестровий контроль: екзамен.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий рейтинг більше 30 балів за умови виконання усіх практичних та кількості балів за видами робіт, відповідно:

- Тематичні контрольні роботи не менше 6 балів
- Захист звітів з практичних не менше 24 балів

Бали за екзамен нараховуються за оцінювання 4-х питань, відповідно:

- Питання 1- 10 балів
- Питання 2- 10 балів
- Питання 3- 15 бали
- Питання 4- 15 бали

На екзамені студент може отримати максимальну кількість балів - 50 за 100-бальною шкалою, відповідно:

Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді на 7-5 балів, за неповну відповідь на 5-3 бали, за неправильне використання термінів на 1 бал.

Після оцінювання відповідей на екзамені (виконання екзаменаційної контрольної роботи) підсумовуються стартові бали та бали за екзамен, зводяться до рейтингової оцінки та переводяться до оцінок за університетською шкалою (табл.3).

### Відповідність рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Таблиця 3

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

#### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Рекомендовано застосовувати результати навчання під час виконання дипломних проєктів (робіт).
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль (екзамен) знаходиться в Додатку А.

#### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус) склала:

Доцент кафедри конструювання машин, кандидат технічних наук

Наталія МІНІЦЬКА

Ухвалено кафедрою конструювання машин (Протокол № 1 від 31.08. 2021)

Погоджено методичною комісією механіко-машинобудівного інституту (Протокол № від )

ДОДАТОК А  
Завдання на семестровий контроль  
з дисципліни «Метрологія, стандартизація і сертифікація»

1. Метрологія. Фізичні величини, одиниці та розмірність фізичних величин.
2. Принципи побудови та переваги Міжнародної системи одиниць.
3. Вимірювання, види вимірювань.
4. Характеристики якості вимірювань – точність вимірювань, правильність вимірювань, збіжність вимірювань, відтворюваність вимірювань.
5. Похибки вимірювань – абсолютні, відносні, зведені.
6. Систематичні, випадкові та надмірні похибки.
7. Результат вимірювання та його невизначеність. Результат прямого одноразового вимірювання.
8. Результат прямих багаторазових вимірювань та його невизначеність (довірчий інтервал).
9. Визначення похибки прямих багаторазових вимірювань.
10. Визначення надмірних похибок за критерієм Граббса.
11. Стандартизація. Завдання стандартизації.
12. Нормативний документ. Види нормативних документів.
13. Міжнародна та регіональна стандартизація.
14. Номінальний, дійсний та граничні розміри, прохідна та непрохідна границі, допуск та граничні відхилення. Визначення.
15. Квалітети, визначення та області застосування. Формули для визначення допуску за квалітетом та одиниці допуску для розмірів від 1 до 500 мм.
16. Система допусків та посадок (СДП). Принципи побудови СДП для гладких циліндричних з'єднань (перерахувати). Основні відхилення та квалітет (визначення). Поле допуску деталі.
17. Що таке посадка? Які посадки застосовують для різних типів з'єднань? Визначення зазору та натягу. Навести приклади умовного позначення усіх видів посадок в системі отвору та в системі валу.
18. Посадки в системі отвору. Визначення, основний отвір, схеми полів допусків посадок. Приклади умовного позначення посадок різного характеру в системі отвору.
19. Посадки в системі валу. Визначення, основний вал, схеми полів допусків посадок. Область застосування системи валу. Приклади умовного позначення посадок різного характеру в системі валу.
20. Посадки із зазором. Особливості. Навести два приклади переважних посадок із зазором в системі отвору та в системі валу.
21. Посадки з натягом. Особливості. Навести два приклади переважних посадок з натягом в системі отвору та в системі валу.
22. Вибір посадки з натягом розрахунковим методом.
23. Перехідні посадки. Особливості. Навести два приклади переважних перехідних посадок в системі отвору та в системі валу.
24. Способи нанесення розмірів на кресленнях. Який з них переважний?
25. Невказані граничні відхилення розмірів.
26. Особливості системи допусків підшипників кочення. Позначення полів допусків кілець підшипників кочення на кресленнях.
27. Місцевий вид навантаження кілець підшипників кочення. Рекомендовані основні відхилення та квалітети спряжених деталей. Приклад умовного позначення посадки внутрішнього та зовнішнього кілець за місцевого навантаження.
28. Циркуляційний вид навантаження кілець підшипників кочення. Інтенсивність навантаження. Рекомендовані основні відхилення та квалітети спряжених деталей. Приклад умовного позначення посадки внутрішнього та зовнішнього кілець за циркуляційного навантаження.



29. Коливальний вид навантаження кілець підшипників кочення. Рекомендовані поля допусків спряжених деталей. Приклад умовного позначення посадки зовнішнього коливально навантаженого кільця.
30. Гладкі калібри. Як здійснюється контроль за допомогою граничних калібрів. Робочі та контрольні калібри, призначення.
31. Схема полів допусків гладких калібрів пробок. Граничні та виконавчі розміри калібрів пробок.
32. Схема полів допусків гладких калібрів скоб. Визначення граничних та виконавчих розмірів для граничних калібрів скоб.
33. Відхилення та допуски форми. Визначення, види допусків форми (перерахувати, навести приклади позначення на кресленні).
34. Відхилення та допуск круглості. Визначення, окремі види відхилення від круглості. Умовне позначення на кресленні (приклад).
35. Відхилення та допуск циліндричності. Визначення, окремі види відхилення від циліндричності. Приклад позначення на кресленні.
36. Відхилення та допуск площинності. Визначення, окремі види відхилення від площинності. Приклад позначення на кресленні.
37. Відхилення та допуск профілю поздовжнього перерізу. Визначення, окремі види відхилення профілю поздовжнього перерізу. Приклад позначення на кресленні.
38. Відхилення та допуск прямолінійності в площині та відхилення та допуск прямолінійності осі в просторі. Визначення. Приклади позначення на кресленні.
39. Рівні відносної геометричної точності. Як пов'язані між собою допуск форми та допуск розміру.
40. Відхилення та допуск розташування поверхонь. Бази. Визначення. Види допусків (перерахувати). Навести один приклад позначення на кресленні допуска розташування, заданого в діаметральному виразі. Записати умову придатності деталі.
41. Відхилення та допуск симетричності. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
42. Відхилення та допуск співвісності. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
43. Відхилення та допуск паралельності. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
44. Відхилення та допуск перпендикулярності. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
45. Позиційне відхилення та позиційний допуск. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
46. Відхилення та допуск нахилу. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
47. Сумарні відхилення та допуски форми та розташування поверхонь. Визначення. Перерахувати, навести один приклад позначення на кресленні.
48. Радіальне та повне радіальне биття. Визначення. Приклади позначення на кресленні.
49. Торцьове та повне торцьове биття. Визначення. Приклади позначення на кресленні.
50. Биття з заданому напрямку. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
51. Допуск форми заданого профілю. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
52. Допуск форми заданої поверхні. Визначення. Приклад позначення на кресленні.
53. Залежні допуски розташування. Визначення дійсного та найбільшого значення залежного допуску, якщо допуск заданий у діаметральному виразі. Приклад умовного позначення на кресленні.
54. Залежні допуски розташування. Визначення дійсного та найбільшого значення залежного допуску, якщо допуск заданий у радіусному виразі. Приклад умовного позначення на кресленні.
55. Висотні параметри шорсткості. Визначення. Приклади умовного позначення.
56. Крокові параметри шорсткості. Визначення. Приклади умовного позначення.
57. Відносна опорна довжина профілю. Визначення. Приклад умовного позначення.
58. Види напрямків нерівностей. Умовні позначення.
59. Способи призначення числових параметрів шорсткості.
60. Умовне позначення шорсткості на кресленнях.

61. Взаємозамінність різьбових з'єднань. Відхилення кроку та його діаметральна компенсація.
62. Взаємозамінність різьбових з'єднань. Відхилення половини кута профіля та його діаметральна компенсація.
63. Допуск середнього діаметра різьби. Зведений середній діаметр різьби.
64. Посадки із зазором метричних різьб. Основні відхилення та ступені точності внутрішніх та зовнішніх різьб. Приклад позначення посадки різьбового з'єднання із зазором.
65. Посадки з натягом метричних різьб. Поля допусків внутрішніх та зовнішніх різьб. Приклад позначення посадки різьбового з'єднання з натягом.
66. Перехідні посадки метричних різьб. Поля допусків внутрішніх та зовнішніх різьб. Приклад позначення перехідної посадки різьбового з'єднання.
67. Селективне складання. Переваги та недоліки. Приклад застосування.
68. Умове позначення різьби на кресленнях.
69. Шліцьові з'єднання, застосування. Види центрування шліцьових з'єднань з прямобочним профілем. Области застосування. Приклад позначення на кресленнях.
70. Шліцьові з'єднання, застосування. Види центрування шліцьових з'єднань з евольвентним профілем. Приклад позначення на кресленнях.
71. Шпонкові з'єднання, застосування. Допуски деталей шпонкових з'єднань. Види шпонкових з'єднань та рекомендовані посадки для них.
72. Що називають розмірним ланцюгом і які задачі вирішують за допомогою розмірних ланцюгів? Основні властивості розмірних ланцюгів.
73. Пряма і обернена задачі, які вирішуються за допомогою розмірних ланцюгів.
74. Метод повної взаємозамінності. Переваги і недоліки. Визначення допуску замикальної ланки та квалітету складових ланок за методом повної взаємозамінності.
75. Залежності для визначення граничних розмірів, граничних відхилень та середини поля допуску замикальної ланки за методом повної взаємозамінності.
76. Ймовірнісний метод. Переваги і недоліки. Визначення допуску замикальної ланки та квалітету складових ланок за ймовірнісним методом.
77. Визначення допуску замикальної ланки та квалітету складових ланок, якщо розсіювання розмірів відбувається за нормальним законом.
78. Система допусків зубчастих передач та коліс. Ступені точності. Норми точності.
79. Бічний зазор зубчастих передач. Види спряжень, види допусків на бічний зазор.
80. Умове позначення точності зубчастих коліс на кресленнях.
81. Сертифікація. Мета і завдання сертифікації. Сертифікат відповідності.
82. Сертифікація. Знак відповідності. Добровільна і обов'язкова сертифікація.