



Національний університет
водного господарства
та природокористування

Міністерство освіти і науки України
Національний університет водного господарства та
природокористування
Навчально–науковий механічний інститут
Кафедра автомобілів та автомобільного господарства

02-03-30

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

для виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни
«Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»
для студентів за напрямом підготовки
6.070106 «Автомобільний транспорт»
денної та заочної форм навчання

Рекомендовано методичною комісією
за напрямом підготовки 6.070106
«Автомобільний транспорт»
протокол № 3 від 16.11.2016р.

Рівне – 2017



Методичні вказівки для виконання самостійної роботи з навчальної дисципліни «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання»

для студентів напряму підготовки 6.070106 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / В.Л.Пахаренко, В.М. Глінчук, – Рівне: НУВГП, 2017. – с. 19

Укладачі:

Пахаренко В.Л. – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства;

Глінчук В.М. – к.т.н., доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства

Відповідальний за випуск: в. о. завідувача кафедри автомобілів та автомобільного господарства, к.т.н., доцент Глінчук В.М.

ЗМІСТ

1.	Загальні методичні вказівки	3
2.	Рекомендована література	4
3.	Основні відомості про стандартизацію	5
4.	Міжнародна стандартизація	6
5.	Науково– методичні основи стандартизації	6
6.	Основні поняття про якість продукції	7
7.	Взаємозамінність. Основні поняття	8
8.	Взаємозамінність по геометричним параметрам	8
9	Теоретичні основи точності	9
10	Технічне вимірювання. Засоби вимірювання та вимірювальні автоматизовані системи	10
11	Взаємозамінність, стандартизація і контроль відхилень форми та розташування поверхонь	12
12	Взаємозамінність, стандартизація та контроль шорсткості поверхонь деталей машин	12
13	Взаємозамінність, методи та засоби контролю гладких поверхонь	13
14	Основні положення теорії та практики розрахунку розмірних ланцюгів	15
15	Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю кінцевих з'єднань та кутів	16
16	Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю різьбових з'єднань	16
17	Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю зубчатих та червячних передач.	18
18	Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю шпонкових та шліцевих з'єднань	18

© Пахаренко В.Л.,
Глінчук В.М., 2017
© НУВГП, 2017



1. Загальні методичні вказівки

В сучасних умовах корінне підвищення якості продукції є одною з основних та ключових економічних та політичних завдань, найважливішим фактором інтенсифікації економіки.

Проектування та виробництво нових машин в Україні, так і за кордоном засновується на принципі функціональної взаємозамінності, для забезпечення якої необхідно враховувати умови роботи складальної одиниці та механізму в цілому, тобто враховувати характер завантажень, швидкості, прискорення, температуру, тертя та інші фактори, які впливають на величину та точність функціональних параметрів.

Для довготривалого збереження заданих функціональних параметрів машин необхідно правильно регламентувати відхилення форм поверхонь деталей, взаємне розташування поверхонь, хвилястість та шорсткість, а також забезпечувати взаємозамінність деталей за цими параметрами. Функціональна взаємозамінність за геометричними параметрами вимагає певної методики розрахунку допусків та посадок. Підвищення довговічності та надійності машин залежить не тільки від правильного підбору деталей, механічної та термічної обробки, розрахунку їх розмірів, але й великою мірою від правильного вибору допусків та посадок для деталей та вузлів машин.

Граничні відношення та допуски розраховані для забезпечення функціональної взаємозамінності, будуть мати реальні значення тільки при наявності достатньо точних та надійних методів вимірювання та вимірювальних засобів. Технічні виміри повинні бути органічно зв'язані з технологічним процесом і направлені головним чином на профілактику браку. Це досягається розміщеними в автоматичну лінію або встановленими безпосередньо на обладнання засобами активного контролю, а також застосуванням статичних методів контролю. Вибірково по регулярних перевірках якості тільки частини виробів дає можливість судити про якість великої частини виробів, своєчасного виявлення причини появи браку і усунути їх за допомогою відповідної наладці технічного процесу.

Особлива роль в здійсненні взаємозамінного виробництва деталей та вузлів машин належить стандартизації як дієвому засобу покращення якості продукції, її надійності та довговічності. Стандарти є вихідним документом, на основі якого створюється продукція з попередньо заданими властивостями, необхідними споживачам, перешкоджають випуску нестандартної продукції. Закріплюючи в стандартах та технічних умовах вимоги, які пред'являються до якості продукції, держава здійснює науково – обґрунтоване управління рівнем якості, сприяє прискоренню технічного прогресу, планомірному і безперервному вдосконаленню та оновленню продукції. Все це сприяє розвитку



спеціалізації виробництва на окремих підприємствах і в міжнародному масштабі в рамках ІСО. При цьому зменшується номенклатура продукції, яку випускають і створюються передумови для комплексної механізації та автоматизації виробництва, що призводить до збільшення продуктивності праці, поліпшенню якості продукції та знижує її вартість.

Основна мета вивчення навчальної дисципліни – навчити студентів користуватись стандартами, правильно визначати допуски і посадки на деталі машин, які проектуються відповідно до їх службових призначень, правильно висвічувати технічні засоби вимірювання для контролю деталей при їх виготовленні та складанні.

Основним для вивчення навчальної дисципліни є підручник А.І. Якушева «Взаемозаменяемость, стандартизация и технические измерения». Для глибшого вивчення окремих тем студенти користуються допоміжною літературою. В методичних вказівках по кожній темі наведено літературу.

Для контролю засвоєння матеріалу і підготовки до екзамену в кінці кожної теми наведено питання для самоконтролю.

В процесі вивчення навчальної дисципліни передбачено виконання лабораторних та практичних робіт. Вони допомагають студентам засвоїти теоретичний матеріал і виробити практичні навички, необхідні для подальшої інженерної діяльності.

Для закріплення знань, отриманих при вивченні навчальної дисципліни, передбачено модулі. Виконувати їх рекомендується після вивчення відповідного розділу навчальної дисципліни.

2. Список рекомендованої літератури за кожною темою

Основна.

1. Якушев А. И., Воронцов Л.Н., Федоров Н.М. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения.–М.:Машиностроение, 1987. –352с.

2. Пахаренко В.Л., Марчук М.М., Глінчук В.М., Ігнатюк Р.М., Пахаренко О.В., Івасюк П.І. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП.2014.–196с.

3 Пахаренко В.Л. Марчук М.М., Івасюк П.І. Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання. Лабораторний практикум. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП.2012.–195с.

Додаткова:

4. Болдин Л.А. Основы взаимозаменяемости и стандартизации в машиностроении. –М.: Машиностроение, 1984.

5. Зябрева Н.Н., Перельман Е.И., Шеган Н.Я. Пособия к решению задач по курсу Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения .–М.: Машиностроение, 1977.

6. Допуски и посадки: Справочник/ под ред. В.Д.Мягкова – Л.: Машиностроение, 1982 – ч. I. – 543с.; 1983 – ч. II. – 447с.



3. Основні відомості та методичні вказівки до тем курсу.

3.1. Основні відомості про стандартизацію.

Історія розвитку стандартизації. Перше загальноукраїнські стандарти. Сучасний стан та шляхи розвитку стандартизації в Україні.

Державна система стандартизації (ДСС). Термін «стандартизації» та «стандарт». Основні задачі та цілі стандартизації. Різноманітні методи стандартизації: симпліфікація, уніфікація, типізація, агрегування. Комплексна та випереджуюча стандартизація. Види стандартів та об'єкти стандартизації. Планування робіт по стандартизації. Категорії стандартів. Етапи розробки стандартів. Органи та служби стандартизації. Порядок розробки, затвердження, впровадження та перегляду стандартів. загальноукраїнські системи стандартів: Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЕСТПП), Єдина система технологічної документації (ЕСТД), Єдина система конструкторської документації (ЕСКД), єдина система атестації якості продукції (ЕСАКП) тощо. Народногосподарське значення стандартизації для покращення якості продукції та підвищення ефективності виробництва.

За темою викладено короткі історичні відомості про розвиток стандартизації, а також сучасний стан стандартизації та перспективи її розвитку в Україні.

Широкий розвиток стандартизації – один з основних факторів подальшого покращання якості продукції та підвищення ефективності виробництва. Необхідно ознайомитися зі стандартами:

ДСТУ 1.0:2003 Національна стандартизація. Основні положення.

ДСТУ 1.1–2001 Національна стандартизація. Стандартизація та суміжні види діяльності. Терміни та визначення основних понять.

ДСТУ 1.2:2003 Національна стандартизація. Правила розроблення національних нормативних документів.

ДСТУ 1.3:2004 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення, погодження, прийняття та позначення технічних умов.

ДСТУ 1.5:2003 Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів.

ДСТУ 1.6–2004 Національна стандартизація. Правила реєстрації нормативних документів.

ДСТУ 1.7–2001 Державна система стандартизації. Правила і методи прийняття та застосування міждержавних і регіональних стандартів.

ДСТУ 1.12:2004 Національна стандартизація. Правила ведення справ нормативних документів.

В цих документах викладена суть, вказано цілі та завдання стандартизації, наведено характеристики видів, категорій та об'єктів стандартизації, порядок розробки, затвердження та перегляду стандартів, розглянуто систему органів та служб стандартизації, подано визначення основних термінів: стандартизація, стандарт.

Література : [2, с.157–188].



Питання для самоконтролю

1. Де в давнину застосовували принцип стандартизації?
2. Коли і де в світі виникли та були застосовані перші стандарти?
3. Які перші стандарти були затверджені в Україні?
4. Значення стандартизації для розвитку господарства України.
5. Роль стандартів в покращенні якості продукції та підвищення ефективності виробництва.
6. Що таке стандартизація, стандарт?
7. Які методи стандартизації існують?
8. Що таке комплексна визначальна стандартизація?
9. Назвіть категорії стандартів та дайте їх характеристику.
10. Об'єкти стандартизації та види стандартів.
11. Основні етапи розробки стандартів.
12. Суть ЕСКД, ЕСТД, ЕСТПП.
13. Органи та служби стандартизації в Україні.

3.2 Міжнародна стандартизація

Значення міжнародної стандартизації. Міжнародні організації в області стандартизації: Міжнародна організація по стандартизації (ISO), Міжнародна організація мір та ваг (МОМВ), Міжнародна організація законодавчої метрології (МОЗМ) тощо. Стандартизація в рамках ISO, органи, служби та основні напрямки їх діяльності. Стандарти ISO, впровадження в Україні.

При вивченні даної теми студенти повинні знати цілі та задачі існуючих міжнародних організацій в галузі стандартизації, їх значення для розширення міжнародного товарообміну та взаємозамінності, структуру та організації в рамках ISO та значення стандартів ISO для розвитку міжнародної інтеграції.

Література: [2, с.157–188].

Питання для самоконтролю

1. Роль та значення ISO в розвитку міжнародної торгівлі.
2. Назвіть склад та організацію структури ISO.
3. Як організована робота по стандартизації в рамках ISO?
4. Значення стандартів ISO для розвитку народного господарства в Україні.
5. В яких відомих державних стандартах України враховані рекомендації ISO?

3.3 Науково– методичні онови стандартизації

Кількісні методи оптимізації параметрів об'єктів стандартизації. Основні принципи, які лежать в основі розробки стандартів. Арифметичні та геометричні прогресії, їх переваги та недоліки при розробці стандартів. Ряди чисел, які мають перевагу, їх суть, властивості та область застосування. Параметричні ряди. Види параметрів та їх вибір. Народногосподарські значення рядів чисел, які мають перевагу.



При вивченні даної теми необхідно повторити основні відомості про арифметичні та геометричні прогресії, принципах їх побудови, перевагах та недоліках. Слід переглянути ГОСТ 8032–84. Числа, які мають перевагу та ряди, які мають перевагу, суть та область його застосування, вивчити параметри чисел, які мають перевагу, а також ознайомитись з застосуванням параметричних рядів в різноманітних областях промисловості.

Література: [1. С.42–50; 2. С.231–236]

Питання для самоконтролю

1. Назвіть переваги та недоліки арифметичних та геометричних прогресій.
2. Суть та причини побудови рядів чисел, які мають перевагу.
3. Назвіть властивості рядів чисел, які мають перевагу.
4. Параметричні ряди та приклади їх застосування в промисловості.
5. Зміст та суть ГОСТ 8032–84.
6. Назвіть основні принципи побудови стандартів.

3.4. Основні поняття про якість продукції

Значення підвищення якості для подальшого розвитку промисловості та всього народного господарства. Взаємозв'язок покращення якості продукції та розвитку стандартизації. Визначення терміну «якість продукції». Об'єктивні та суб'єктивні фактори, які впливають на якість продукції. Поняття про одиничний та комплексний показники якості. Методи визначення якості продукції. Оптимальний рівень якості продукції. Контроль та управління якістю продукції (ЕСГУКП). Категорії якості. Державний знак якості. Атестація якості виробів.

При вивченні теми, необхідно враховувати, що постійне покращення якості випущеної продукції та підвищенням ефективності її виробництва є головною задачею всіх галузей народного господарства України. Потрібно знати, що таке якість продукції, які існують показники якості та методи їх визначення, привести приклади техніко–економічних показників якості продукції, як розраховується оптимальний рівень якості в конкретних виробничих умовах. Слід знати, які основні фактори впливають на якість продукції і як повинен бути організований контроль якості.

Література : [1 с. 79–89, 102–106, с. 236–262].

Питання для самоконтролю

1. Народного господарське значення підвищення якості продукції.
2. Що таке якість продукції?
3. Об'єктивні та суб'єктивні фактори, які впливають на якість продукції.
4. Що таке оптимальний рівень якості?
5. Назвіть основні показники оцінки якості.
6. Що таке надійність та довговічність?
7. Методи визначення показників якості продукції.
8. Які існують категорії якості? Їх характеристика.



9. Що таке ЕСГУКП?

10. Яким виробам присвоюють державний Знак якості?

3.5. Взаємозамінність. Основні поняття

Взаємозамінність як найважливіша властивість сукупності виробів. Визначення терміну «взаємозамінність». Види взаємозамінності? Повна та неповна, зовнішня, внутрішня функціональна взаємозамінність та її значення для покращення якості виробів та ефективності виробництва. Аналіз та синтез, нормування та контроль точності виготовлення як основні умови взаємозамінності та якості.

Студенти повинні знати, що таке взаємозамінність, які існують види взаємозамінності, галузь їх використання. Детально розглянути суть функціональної взаємозамінності, вихідні положення, які використовуються при конструюванні, виробництві та експлуатації виробів. Слід знати, що таке точність, нормована та дійсна точність, основні фактори, які визначають їх.

Література: [2, с.5–15].

Питання для самоконтролю

1. Що таке взаємозамінність?
2. Назвіть види взаємозамінності, дайте їх характеристику та галузь їх використання.
3. Що таке функціональна взаємозамінність?
4. Як визначити рівень взаємозамінності в виробі?
5. Що таке точність?
6. Що таке нормована та дійсна точність?
7. Які основні фактори забезпечують точність в процесі виготовлення виробів?

3.6. Взаємозамінність по геометричним параметрам

Поняття про розміри, граничні відношення та допуск. Збірні, монтажні, габаритні та технологічні розміри. Номінальні, дійсні та граничні розміри. Ряди нормальних діаметрів та довжин в машинобудуванні та їх вибір по ГОСТу 6636–69. Відхилення.

Допуск. Схематичне зображення полів допусків. Координата середини поля допуску. Поняття про спряження та посадки. Спряжувані та неспряжувальні поверхні. Охоплююча поверхня та поверхня, яка охоплює. Класифікація з'єднань. Граничні та середні зазори та натяги. Три групи посадок. Допуск посадки.

Система допусків та посадок (система отвору та вала). Одиниця допуску. Квалітети точності. Зв'язок між величиною допуску, номінальними розмірами та квалітетами точності. Ряди допусків розмірів та градація інтервалів номінальних розмірів. Нормальна температура. Принцип вибору допусків. Нанесення розмірів та граничних відхилень на креслення.

Студенти повинні знати класифікацію відхилень геометричних параметрів, засвоїти схематичне (графічне) зображення полів допусків різноманітних



посадок. При зображенні полів допусків студенти повинні навчитись визначати чисельно та показувати граничні зазори та натяги як в системі отвору, так і в системі валу для всіх груп посадок. Необхідно звернути увагу на основні параметри посадок і основу системи допусків – залежність величин допуску від номінального розміру та його точності.

Література: [2, с.15–26].

Питання для самоконтролю

1. Що таке номінальний, дійсний та граничний розміри, профіль, поверхня?
2. Для чого нормальні лінійні розміри розбиті на ряди, які користуються перевагою?
3. Що таке граничні відхилення?
4. Назвіть зв'язок між номінальним та граничним розмірами та відхиленнями?
5. Сформулюйте визначення допуску розміру.
6. Яка різниця між допуском та полем допуску?
7. Чим зумовлена необхідність визначення допуску на виготовлення?
8. Що таке посадка, зазор та натяг?
9. Визначення найбільшого та найменшого зазору та натягу.
10. Які параметри визначаються у перехідних посадках?
11. Як визначається допуск посадки через допуск отвору та валу для різноманітних груп посадок?
12. Що таке система отвору та система валу?
13. Зобразіть графічно посадку з зазором, натягом та перехідну посадку в системі отвору та системі валу і вкажіть основні параметри.
14. Які передбачені інтервали розмірів?
15. Що таке нормальна температура?
16. Що таке координата середини поля допуску і як визначити її величину в залежності від граничних відхилень?
17. Основні види розміщення поля допуску відносно нульової лінії.

3.7. Теоретичні основи точності

Похибки виготовлення, виміри та їх аналіз. Випадковість як категорія філософії. Систематичні та випадкові похибки обробки та вимірів. Поняття про вірогідність. Закони розподілу. Статичні методи оцінки показників точності виготовлення та вимірів. Оцінка параметрів поля розсіювання з метою прогнозу точності. Оцінка ширини поля розсіювання показників точності як характеристик випадкової функції.

Студенти повинні знати основні поняття теорії ймовірності та математичної статистики: випадкові та систематичні похибки, ймовірність події, середнє арифметичне та середнє квадратичне відхилення випадкової величини, поля розсіювання. Основну увагу звернути на закон нормального розподілу випадкових величин, побудова кривої нормального розподілу. Слід також



в'яснити суть ймовірності розрахунку зазорів, натягів всіх трьох груп посадок. При цьому слід розрізнити поняття ймовірність натягу (зазору) та ймовірний натяг (зазор).

Детально ознайомитися з сумуванням систематичних випадкових похибок. Необхідно знати методика розрахунку граничних похибок вимірів.

Література: [1, с.88–100].

Питання для самоконтролю

1. Що таке випадкова похибка?
2. Що таке частота та частковість?
3. Як визначається середнє арифметичне та середня квадратична похибка випадкової величини?
4. Методика розрахунку вірогідних значень зазорів та натягів.
5. Що таке поле розсіву?
6. Як можуть поєднуватися поля розсіву та поле допуску?
7. Як відбувається сумування систематичних та випадкових похибок вимірів?

3.8 Технічне вимірювання. Засоби вимірювання та вимірювальні автоматизовані системи

Метрологічна інформація про досягнення точності виготовлення. Метрологія як наукова основа технічних вимірів. Одиниця фізичної величини. Міжнародна система одиниць (СІ). Метрологічні показники засобів вимірювання. Принципи вибору та побудови засобів вимірювального контролю. Принцип єдності баз. Принцип Аббе. Система забезпечення єдності мір. Повірка засобів вимірювання. Міри довжини. Визначення одиниці довжини «метр». Кутові міри.

Класифікація методів та засобів вимірювання. Механічні інструменти та прилади. Оптико – механічні та оптичні прилади. Пневматичні прилади.

Вимірювальні автоматизовані системи. Багатомірні приспособи. Контрольно–сортувальні напівавтомати та автомати. Засоби активного контролю.

Вибір вимірювальних засобів. Вибір організаційно–технічних форм контролю. Вибір вимірювальних засобів в залежності від об'єму випуску та типу виробництва, від точності виготовлення та інших факторів. Вибір приймальних границь.

Студенти повинні знати основи метрології, еталон довжини та його визначення. Розглянути історія розвитку системи мір, схему передачі одиниці довжини від еталону та виробу. Слід засвоїти, які установи цим займаються. Звернути увагу на класифікацію засобів вимірювання та знати чим визначається точність вимірювального інструменту або приладу.

Студенти повинні знати: основні метрологічні показники засобів вимірювання (інтервал ділення шкали, ціна поділки, похибка вимірювання,



діапазон вимірювання тощо), міри довжини та кутові міри – основу засобів вимірювання в машинобудуванні, а також вибір засобів вимірювання; універсальні вимірювані засоби – штангенінструменти, мікрометричні, механічні та оптико-механічні прилади. Розглянути засоби активного контролю. Знати послідовність вибору засобів при лінійних вимірах.

Література: [1, с.109–170; 2, с.189–198].

Питання для самоконтролю

1. Що таке метрологія?
2. Назвіть завдання технічних вимірів та метрології?
3. Де і коли виникла метрологічна система мір? Коли ця система була введена в Україні?
4. Що таке міжнародний прототип метра, державний еталон метра та де вони зберігаються?
5. Зобразіть схему передачі одиниці довжини від еталону до виробу штриховими та кінцевими мірами.
6. Назвіть методи вимірювання та їх різницю. Наведіть приклади.
7. Назвіть основні метрологічні показники вимірювальних приладів.
8. З чого складається сумарна похибка вимірювань?
9. Назвіть різницю систематичних помилок від випадкових при обліку їх впливу на результати вимірювання.
10. Що таке плоскопаралельна, кінцева міра довжинита кутова міра?
11. Які набори кінцевих мір випускаються інструментальними заводами країни?
12. Назвіть переваги та недоліки кінцевих мір довжини у порівнянні з штриховими мірами.
13. Як визначається точність кінцевих мір довжини?
14. Наведіть класифікацію універсальних вимірювальних засобів.
15. Що таке конус? Принципи підрахунку за допомогою конусів.
16. Наведіть методику проведення вимірювань штангенінструментами.
17. Наведіть методику проведення вимірювань мікрометричними інструментами.
18. Поясніть принцип побудови пневматичних вимірювальних приладів.
19. Як виконується вибір вимірювальних засобів при лінійних вимірах?
20. Як визначити границі допустимих похибок вимірів?
21. Як визначається положення приймальних границь?

3.9 Взаємозамінність, стандартизація і контроль відхилень форми та розташування поверхонь

Взаємозамінність по формі та розташуванні поверхні деталей. Відхилення форми циліндричних поверхонь. Відхилення форми плоских поверхонь. Відхилення розташування, залежні та незалежні допуски розташування. Допуски розташування осей отворів для крипильних деталей. Ряди допусків.



Позначення граничних відхилень форми та розташування поверхонь. Методи та засоби вимірювання відхилень форми та розташування поверхонь.

Студенти повинні знати поняття та визначення: реальний профіль та реальна поверхня, прилегла пряма, поверхня, площина – які покладені в основу нормування; система відліку відхилень форми та розташування поверхонь; розглянути відхилення форми циліндричних та плоских поверхонь, а також відхилення розташування поверхонь та осей. При цьому слід звернути увагу на суть залежних та незалежних допусків розташування та їх практичне застосування, а також умовні позначення допусків форми та розташування на кресленнях.

Студенти повинні уміти вимірювати відхилення форми та розташування поверхонь, вивчити диференційовано по конкретній схемі похибки.

Література: [1, с.171–185, 196–199; 2, с.128–148; 4, с.83–103].

Питання для самоконтролю

1. Які поверхні називають реальними, номінальними та прилеглими?
2. Назвіть комплексні та диференційні показники відхилень форми циліндричної поверхні та поясними різницю між ними. Методи та засоби вимірювання відхилень.
3. Які існують комплексні та диференційні показники відхилень форми плоских поверхонь та методи їх вимірювання?
4. Якими методами можна виміряти овальність, огранку, відхилення від прямолінійності та площини?
5. Навести приклади розташування поверхонь з залежними та незалежними допусками.
6. Навести приклади основних відхилень розташування поверхонь.
7. Як виміряти відхилення від паралельності та перпендикулярності?
8. Навести приклади позначення відхилень форми та розташування поверхонь.

3.10 Взаємозамінність, стандартизація та контроль шорсткості поверхонь деталей машин

Вплив хвилястості та шорсткості на якість продукції. Роль української науки в нормуванні шорсткості.

Параметри хвилястості. Шорсткість. Поняття про реальну, номінальну, базову поверхні та профілі. Базова довжина, середня лінія профілю. Висотні параметри, параметри, які зв'язані з властивостями нерівностей в напрямку довжини профілю. Кількісна оцінка шорсткості поверхні, типи напрямів нерівностей.

Позначення шорсткості та напрямів нерівностей на кресленнях. Методи та засоби вимірювання хвилястості та шорсткості поверхонь.

Слід звернути увагу на хвилястість та шорсткість поверхонь, виражених в відповідних формулюваннях.



Кількісно хвилястість та шорсткість поверхонь оцінюються рядом параметрів, які потрібно студентам знати (їх визначення, зв'язок з базовою довжиною, конкретні випадки застосування).

Студенти повинні вміти позначати шорсткість на кресленнях, їх числовими значеннями, типами направлень нерівностей поверхонь, а також з методами та засобами вимірювання хвилястості та шорсткості поверхонь.

Література: [1, с.185–196, 199–203; 2, с.148–158; 4, с.20–30].

Питання для самоконтролю

1. Що таке хвилястість, шорсткість? Їх визначення.
2. Назвіть різниця між хвилястістю та шорсткістю поверхонь.
3. Що таке середня лінія профілю поверхні та як вона проводиться?
4. Які параметри кількісної оцінки шорсткості та як вони визначаються?
5. Позначення шорсткості поверхні на креслення? Приклади.
6. Типи та умовні позначення на кресленнях напрямків шорсткості поверхонь.
7. Назвіть основні методи та засоби вимірювання шорсткості поверхонь.

3.11 Взаємозамінність, методи та засоби контролю гладких поверхонь

Єдина система допусків та посадок (ЕСДП), її роль в розвитку інтеграції між країнами.

Система допусків та посадок. Принцип побудови цієї системи (одиниця допуску, кількість одиниць допуску, квалітети, ряди основних відхилень, типи посадок тощо).

Позначення гладких поверхонь та з'єднань на кресленнях. Поля допусків переважного застосування.

Розрахунок та вибір посадок, приклади їх застосування. Допуски розмірів неспряжених поверхонь.

Допуски та посадки підшипників кочення. Класи точності підшипників кочення та їх вибір. Вибір посадок підшипників кочення на вали та в корпуси в залежності від виду навантажень.

Допуски та посадки деталей з пластмаси.

Калібри для гладких циліндричних деталей, їх класифікація та конструкція. Допуски калібрів, схеми їх розташування.

При вивченні даної теми студенти повинні знати визначення системи отвору та систему валу, квалітетів точності та формули для розрахунку допусків на всі квалітети, позначення та розташування основних відхилень відносно номінального розміру, позначення допусків на кресленнях, правильне користування таблицями.

При вивченні матеріалу про допуски та посадки підшипників кочення студенти повинні засвоїти особливості розташування полів допусків на приєднувальні розміри внутрішніх та зовнішніх кілець підшипників. Вияснити, чим відрізняються підшипникові посадки від аналогічних посадок в системі валу, як вони позначаються на кресленнях. Студенти повинні вміти



користуватись методикою контролю виробів гладкими граничними калібрами, розташовувати поля допусків робочих та контрольних калібрів відносно поля допуску на вироби, які виготовляються, користуючись довідниковою літературою, підрахувати виконуючі розміри калібрів.

Студенти повинні знати конструкцію калібрів та їх маркування.

Література: [1, с.204–245, с.32–80; 2, с.15–26].

Питання для самоконтролю

1. Для чого створена система допусків та посадок ЕСДП?
2. Поясніть принцип побудови допусків та посадок в системі ЕСДП.
3. Назвіть переваги системи отвору. В яких випадках застосовується система валу?
4. Як визначається одиниця допуску та кількість одиниць допуску(в інтервалі розмірів від 1 до 500мм)?
5. Яка градація інтервалів розмірів застосовується в системі ЕСДП в межах від 1 до 500мм?
6. Як позначаються вали та отвори в ЕСДП?
7. Наведіть схеми розташування основних відхилень валів та отворів в ЕСДП.
8. Як здійснюється вибір посадок та квалітетів точності для різноманітних типів з'єднань?
9. Наведіть приклади умовного позначення спряження по ЕСДП в системі отвору та системі валу.
10. Які існують класи точності підшипників та в залежності від яких параметрів вони назначаються?
11. Назвіть особливості розташування полів допусків на з'єднувальні розміри полів підшипників кочення.
12. Які умови визначають характер посадки підшипників на вал, в корпусі?
13. Як позначаються підшипникові посадки на кресленнях?
14. Яка особливість допусків та посадок для деталей з пластмас?
15. Поясніть суть контролю граничними калібрами. Які існують правила при контролі граничними калібрами?
16. Наведіть схему розташування полів допусків калібрів для контролю циліндричних поверхонь.
17. Чому для контролю калібрів «корок» не застосовують контркалибри?
18. Чому прохідну сторону калібру «корка» роблять довшу, ніж непрохідну?
19. Чому на непрохідній стороні калібру не встановлений допуск на зношення?

3.12. Основні положення теорії та практики розрахунку розмірних ланцюгів

Терміни та визначення. Значення аналізу розмірних взаємозв'язків в машинобудуванні. Види розмірних ланцюгів. Ланки розмірних ланцюгів. Види зв'язків та їх особливості. Проектна та перевірна задачі, які вирішуються розмірним ланцюгом. Методи рішення задач (мах–мін та теоретико–



ймовірний). Різноманітні способи рішення завдань. Методи збирання виробу та їх зв'язок з розрахунками розмірних ланцюгів. Основи розрахунку плоских та просторових розмірних ланцюгів.

При вивченні теми студенти повиненні знати основні визначення, види ланок розмірних ланцюгів, цілі та методи розрахунку розмірних взаємозв'язків при конструкторській та технологічній підготовці виробництва нових виробів.

Студенти повиненні вміти складати розмірні ланцюги та їх розраховувати, рішати проектну та перевіряючу задачі методом максимуму–мінімуму та теоретико–ймовірним в лінійних розмірних ланцюгах.

Література: [1, с.249–274, с.217–228; 2, с.64–75].

Питання для самоконтролю

1. Що таке розмірний ланцюг?
2. Назвіть види розмірних ланцюгів.
3. Дайте визначення ланок розмірних ланцюгів. Як вони позначаються в ланцюгах?
4. Назвіть види зв'язків розмірних ланцюгів та дайте їх характеристику.
5. Які задачі рішаються розрахунком розмірних ланцюгів?
6. Назвіть методи рішення задач по розмірних ланцюгах.
7. Наведіть послідовність рішення проектної задачі методом max–min.
8. Наведіть послідовність рішення перевіркової задачі, яка забезпечує повну взаємозамінність.
9. Наведіть послідовність розрахунку перевіркової задачі теоретико–ймовірним методом.
10. Наведіть послідовність рішення проектної задачі теоретико–ймовірним методом.

3.13. Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю кінцевих з'єднань та кутів

Допуски та кутові розміри. Види кінцевих з'єднань та експлуатаційні вимоги до них. Взаємозамінність по геометричним параметрам кінцевих з'єднань. Допуски та посадки для кінцевих з'єднань. Методи та засоби контролю кутів та конусів.

Студенти повиненні знати систему побудови допусків на кутові розміри (визначення кутової одиниці допуску, приблизне призначення степенів точності).

При вивченні кінцевих спряжень студенти повиненні знати основні параметри кінцевих з'єднань та допуски на інструментальні конуси (звернути увагу на те, що допуски даються окремо на кути та діаметральні розміри інструментальних конусів).

Література: [1, с. 246–248; 2, с.104–121; 4, с.127–139].



Питання для самоконтролю

1. Як виконуються побудова системи допусків на кутові розміри?
2. Скільки степенів точності встановлено на допуски кутів?
3. Які встановлені способи вираження допуску кута?
4. Назвіть основні параметри конічних з'єднань.
5. Назвіть методи та засоби контролю конусів.

3.14. Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю різьбових з'єднань

Класифікація різьб та експлуатаційні вимоги до різьбових з'єднань. Основні параметри циліндричних різьб. Характеристика кріпильних циліндричних різьб.

Основні принципи забезпечення взаємозамінності циліндричних різьб. Відхилення кроку та кута профіля різьби та їх діаметральна компенсація. Приведений середній діаметр різьби та сумарний допуск середнього діаметру різьби.

Посадки метричних різьб. Поля допусків різьб. Розташування полів допусків метричних різьб болтів та гайок. Степені точності різьб. Позначення допусків різьби. Довжини згвинчування.

Посадки з натягом. Розташування полів допусків посадок з натягом. Взаємозамінність метричної різьби для деталей з пластмас.

Коротка характеристика та допуски спеціальних циліндричних різьб: трапецієвидна, упорна, трубна тощо.

Методи та засоби контролю точності циліндричних різьб: комплексний та диференційний. Область їх застосування. Засоби та методи виміру параметрів циліндричних різьб (методом трьох дротинок, на інструментальному та універсальному мікроскопах, різьбовим мікрометром тощо).

Калібри для різьби та їх класифікація по призначенню. Допуски на виготовлення та зношення калібрів та схеми їх розташування.

Студенти повиненні знати як забезпечується взаємозамінність різьбових спряжень, які мають складний профіль, враховуючи, що на взаємозамінність та збірність різьбових деталей впливає цілий ряд похибок.

Допуски різьби обмежують тільки діаметральні розміри (зовнішні, середні, внутрішні), а похибки кроку та кута профілю різьби компенсуються зменшенням середнього діаметру болта та збільшенням середнього діаметру гайки (Різьба метрична для діаметрів від 1 до 600мм. Допуски поширюються на метричні різьби з профілем та основними розмірами, які відповідають рекомендаціям по стандартизації. ГОСТ 24705–2004р (ISO 724:1993) встановлює граничні відхилення різьб в посадках ковзаючих та з зазором. Розташування полів допусків різьбових посадок з натягом на діаметри різьби шпильки та гнізда приводиться за ГОСТ 4608–81.



Студенти повиненні знати методи контролю різьб (комплексний та диференційний), призначення, маркування, розташування полів допусків, особливості конструкції прохідного та непрохідного різьбових калібрів, вміти визначати їх розміри.

Література: [1, с.275–301, 2, с.95–104, 4, с. 139–161]

Питання для самоконтролю

1. Назвіть основні види кріпильних різьб.
2. Назвіть основні експлуатаційні вимоги, які ставляться до різьбових спряжень в залежності від їх призначення.
3. Намалюйте профіль метричної різьби з постановкою основних її параметрів.
4. Чому оцінюється похибка половини кута профіля, а не цілий кут?
5. Чому рівна похибка кроку різьби на довжині згвинчування?
6. Як порохувати похибку половини кута профіля метричної різьби?
7. Які основні відхилення встановлені для різьб болта та гайки?
8. Що таке приведений середній діаметр різьби та для чого його визначають?
9. Які поля допусків передбачені ГОСТ 16093–81 для болтів та гайок для отримання різноманітних посадок різьб?
10. Які встановлені групи згвинчування?
11. В яких випадках застосовують посадки кріпильних різьб ковзаючих, з зазором та натягом?
12. Наведіть схему розташування полів допусків для різьбових посадок з натягом.
13. Назвіть методи та засоби вимірювання середнього діаметру різьби.
14. Чим викликано застосування вкороченого профіля і якого числа витків у різьбових калібрів? Назвати ці калібри.
15. Чому необхідно мати в схемі перевірки калібрами різьб гладкі граничні калібри?
16. Які параметри різьби можна виміряти на інструментальному мікроскопі?
17. Назвіть суть комплексного та диференційного методу контролю різьб?

3.15. Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю зубчатих та червячних передач.

Класифікація зубчатих передач, експлуатаційні вимоги та вимоги точності для них. Норми точності циліндричних зубчатих коліс: кінематична точність, плавність роботи, контакт зубів, бічний зазор (ГОСТ 1643–91).

Вибір ступені точності зубчатих коліс. Комплекси контролюючих параметрів. Взаємозв'язок між допусками на різноманітні похибки зубчатих коліс при одному класу точності. Види спряжень і допуски циліндричних зубчатих передач.

Допуски конічних зубчатих (ГОСТ 1758–81) та червячних (ГОСТ 3675–81) передач. Позначення норм та класів точності циліндричних конічних та червячних передач на кресленнях.



Методи та засоби контролю зубчатих коліс. Контроль кінематичної та циклічної похибки (накопиченої похибки кроку, радіального биття зубчатого вінця, довжини загальної нормалі, кроку зачеплення, профіля зубів коліс, зміщення вихідного контура і товщини зуба по постійній хорді).

Студенти повиненні знати зв'язок між експлуатаційними функціями передач і точності вимоги, які до них ставляться. При аналізі похибки обробки зубчатих коліс слід розглянути кінематичні та циклічні похибки, джерела їх виникнення та засвоїти, які параметри (елементи) коліс впливають на ці похибки. Крім того, необхідно знати методи і засоби контролю як по комплексним, так і по диференційним показникам зубчатих коліс, вміти розшифровувати умовні позначення зубчатих коліс.

ЛІТЕРАТУРА : (1.с 302–333, 2, с. 104–121, 4, с. 177–214),

Питання для самоконтролю

1. На які основні групи можна поділити зубчаті передачі з точки зору їх експлуатаційних функцій.
2. Які встановлені норми точності циліндричних зубчатих коліс?
3. Назвіть основні вимоги, які ставляться до передач.
4. Скільки класів точності встановлено стандартами для зубчатих коліс?
5. Назвіть основні параметри циліндричних зубчатих коліс, які визначають кінематичну норму точності і норму плавності роботи.
6. Які параметри визначають норму контакту та норму бічного зазору в передачі?
7. Для чого потрібний бічний зазор в зубчатій передачі?
8. Які існують види спряжень зубів зубчатих коліс?

3.16. Взаємозамінність, стандартизація точності, методи та засоби контролю шпонкових та шліцевих з'єднань

Класифікація шпонкових та шліцевих з'єднань, експлуатаційні вимоги до них.

Допуски, посадки та контроль призматичних шпонкових з'єднань. (ГОСТ 23360–78). Допуски калібрів шпонкових з'єднань (ГОСТ 23109–80).

Шліцеві з'єднання з прямобічним профілем зуба: їх розміри та допуски (ГОСТ 1139–80). Способи центрування. Поля допусків валів та втулок. Поля допусків нецентруючих діаметрів.

Допуски та посадки шліцевих з'єднань з евольвентним профілем зуба (ГОСТ 6033–80) та область їх застосування.

Позначення допусків та посадок шпонкових та шліцевих з'єднань на кресленнях. Засоби та методи контролю шліцевих деталей універсальними засобами та калібрами (ГОСТ 7951–80, ГОСТ 24960–81, ГОСТ 24961–81, ГОСТ 24968–81).

Студенти повиненні вміти підраховувати зазори або натяги в спряженнях шпонок з пазами втулки та валу.

При вивченні прямобічних шліцевих з'єднань звернути увагу на залежність способу центрування від потрібної точності спряження та особливості конструкції деталей.

Центрування шліцевих з'єднань в залежності від технічних вимог до вузла може здійснюватись: по внутрішньому, зовнішньому діаметру або по бічних сторонах зубів. Слід знати, що при довжині шліцевого валу або втулки,

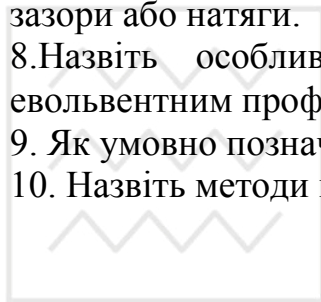


довжину комплексного калібру, граничні відношення від паралельності сторін зубів та пазів втулки відносно осі центруючої поверхні не мають перевищувати встановленого відхилення.

ЛІТЕРАТУРА: (1, с.334–339, 2, с.75–87,4, с. 163\–177).

Питання для самоконтролю

1. Як вибирають допуск шпонкових з'єднань в залежності від характеру роботи?
2. Зобразіть графічні схеми розташування полів допусків шпонкової посадки та покажіть найбільші та найменші зазори та натяги між шпонкою та пазами валу і втулки.
3. Чим та як контролюються ширина та глибина пазів деталей шпонкового з'єднання?
4. В залежності від яких факторів вибирають спосіб центрування шліцевих спряжень з прямобічним профілем?
5. Перерахуйте основні елементи шліцевого профілю.
6. Які поля допусків валів та втулок застосовують для шліцевих спряжень?
7. Зобразіть поля допусків будь-якої шліцевої посадки при центруванні по зовнішньому діаметру та ширині шліців та показати найбільші та найменші зазори або натяги.
8. Назвіть особливості центрування та посадки шліцевих спряжень з евольвентним профілем.
9. Як умовно позначаються шліцеві з'єднання на робочих кресленнях?
10. Назвіть методи контролю шліцевих поверхонь.



Національний університет
водного господарства
та природокористування