

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕХНІЧНИЙ КОЛЕДЖ
ЛУЦЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО
УНІВЕРСИТЕТУ**

**Взаємозамінність, стандартизація та технічні
вимірювання**

Конспект лекцій
для студентів II курсу спеціальності “Автомобільний
транспорт”
денної форми навчання

ЛУЦЬК 2020

ВСТУП

Виготовлення високоякісного, надійного і довговічного обладнання, верстатів та різноманітних сільськогосподарських машин неможливо забезпечити без використання високоточних вимірювальних приладів та застосування принципів взаємозамінності і найновіших методів контролю.

В більшості випадків на високотехнологічних підприємствах застосовуються серійний і масовий типи виробництва, які неможливі без застосування принципів взаємозамінності.

Для виготовлення сучасних засобів виробництва – машин та приладів, що мають безліч різноманітних з'єднань, необхідні високопродуктивні металорізальні верстати, автоматичні лінії та різноманітні контрольно-вимірювальні прилади, а також інструменти, які потрібно конструювати та стандартизувати.

Елементи взаємозамінності та стандартизації людство почало використовувати ще в стародавні часи, але тільки з розвитком промисловості і машинобудування їх використання стало конче необхідним. Принципи взаємозамінності вперше були застосовані в Росії в кінці XVIII – на початку XIX століття, коли почалось масове виробництво зброї на Іжевському та Тульських заводах у 1761 р. Значно пізніше почали застосовувати взаємозамінність за кордоном.

Взаємозамінністю виробів називають їх здатність займати певне місце у складнішому виробі чи здатність будь-якого виробу рівноцінно замінювати інший.

Вироби повинні відповідати вимогам креслень, технічними вимогам чи стандартам, у яких наведені марка та стан матеріалу виробу (заготовки, деталі), форма та розміри, якість поверхонь, електричні та інші фізичні параметри, покриття тощо. Усі параметри виробу повинні мати певні значення.

Взаємозамінність дає змогу виготовляти вироби на будь-якому підприємстві та використовувати їх для складання складніших виробів чи ремонтувати на інших підприємствах.

Лекція № 1.

Загальні відомості про стандартизацію

1.1. Основні положення, терміни і визначення

Жодне суспільство не може існувати без технічного законодавства та нормативних документів, які регламентують правила, процеси, методи виготовлення та контролю продукції, а також гарантують безпеку життя, здоров'я і майна людей та навколишнього середовища. Стандартизація якраз і є тією діяльністю, яка виконує ці функції.

Існує хибна думка про те, що стандартна продукція є синонімом низької якості, одноманітної, позбавленої смаку продукції. Але сама природа дає нам хороші приклади геніальної стандартизації. Так, відомо, що вся фантастична різноманітність живих істот на землі, які мають різну форму, забарвлення, способи поведінки, побудована всього лише з 22 “стандартних деталей” – амінокислот.

Стандартизація в техніці є своєрідним відображенням об'єктивних законів еволюції технічних засобів і матеріалів. Вона не є вольовим актом, який нав'язується технічному прогресу ззовні, а впливає як неминучий наслідок відбору засобів, методів і матеріалів, що забезпечують високу якість продукції на даному рівні розвитку науки і техніки. З роками з'являються нові методи виробництва і матеріали, що призводить до заміни старих стандартів новими. В цьому безперервному процесі головна мета полягає в тому, щоб на якому завгодно етапі економічного

розвитку суспільства створювати якісні вироби при масовому їх виготовленні.

Таким чином, об'єктивні закони розвитку техніки і промисловості неминуче ведуть до стандартизації, яка є запорукою самої високої якості продукції, що може бути досягнута на даному історичному етапі. Завдяки стандартизації суспільство має можливість свідомо керувати своєю економічною і технічною політикою, домагаючись випуску виробів високої якості.

В умовах науково-технічного прогресу стандартизація є унікальною сферою суспільної діяльності. Вона синтезує в собі наукові, технічні, господарські, економічні, юридичні, естетичні і політичні аспекти. В усіх промислово розвинених країнах підвищення рівня виробництва, поліпшення якості продукції і ріст життєвого рівня населення тісно пов'язані з широким використанням стандартизації.

Основні терміни стандартизації визначені Міжнародним комітетом з вивчення наукових принципів стандартизації, створеним Радою міжнародної організації зі стандартизації (ISO) та стандартами Державної системи стандартизації України.

Стандартизація як галузь науково-технічної діяльності є методологічною дисципліною для розвитку науки та техніки. Основу її становлять стандартознавство, теорія класифікації, метрології, кодування, оброблення та передавання інформації, узагальнені результати науки, техніки, практичного експерименту та виробництва,

спрямовані на досягнення оптимальної користі для суспільства.

Головним завданням стандартизації є створення системи нормативно-технічної документації, що висуває прогресивні вимоги до продукції, призначеної для потреб народного господарства, населення й оборони держави, забезпечує контроль за їх дотриманням.

У травні 2001 р. прийнято Закон України “Про стандартизацію”, що визначає правові та організаційні засади стандартизації й спрямований на забезпечення єдиної технічної політики в цій сфері. У законі подані такі основні терміни та їх визначення:

стандартизація – діяльність, що полягає у розробленні положень для загального та багаторазового застосування щодо наявних чи можливих завдань з метою досягнення оптимального ступеня впорядкування у певній сфері, результатом якої є підвищення ступеня відповідності продукції, процесів та послуг їх функціональному призначенню, усуненню бар’єрів у торгівлі, сприяння науково-технічній співпраці;

міжнародна стандартизація – стандартизація, чинна на міжнародному рівні, участь у ній відкрита для відповідних органів усіх країн;

регіональна стандартизація – стандартизація, що запроваджується на відповідному регіональному рівні, участь у ній відкрита для відповідних органів країн певного географічного або економічного простору;

національна стандартизація – стандартизація, чинна на рівні однієї країни;

орган стандартизації – орган, що займається стандартизацією, визнаний на національному чи міжнародному рівні, основними функціями якого є розроблення, схвалення чи затвердження стандартів;

нормативний документ – документ, який визначає правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результати. Цей термін охоплює такі поняття, як “стандарт”, “кодекс ustalеної практики” та “технічні умови”;

консенсус – загальна згода, яка характеризується відсутністю серйозних заперечень з суттєвих питань у більшості зацікавлених сторін та досягається внаслідок процедури, спрямованої на врахування думки всіх сторін і зближення розбіжних точок зору;

стандарт – документ, що містить правила для загального та багаторазового застосування, загальні принципи або характеристики, які стосуються діяльності чи її результатів, з метою досягнення оптимального ступеня впорядкованості у певній галузі, розроблений у встановленому порядку на основі консенсусу;

міжнародний та регіональний стандарти – стандарти, затверджені відповідним та регіональним органами стандартизації;

національні стандарти – державні стандарти України, запровадженні центральним органом виконавчої влади

у сфері стандартизації та доступні для штроского кола користувачів;

кодекс усталеної практики – документ, у якому подані правила чи процедури проектування, виготовлення, монтажу, технічного обслуговування, експлуатації, обладнання, конструкцій чи виробів. Кодекс усталеної практики може бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом;

технічні умови – документ, що містить технічні вимоги, яким мають відповідати продукція, процеси чи послуги. Технічні умови можуть бути стандартом, частиною стандарту або окремим документом;

технічний регламент – нормативно-правовий акт, затверджений органом державної влади, що передбачає технічні вимоги до продукції, процесів чи послуг безпосередньо або через посилання на стандарти чи відтворює їх зміст;

затвердження стандарту (міжнародної організації) – це набуття ним статусу державного (ДСТУ). У цьому разі державний стандарт може мати три ступені відповідності міжнародному. Він може бути ідентичний, модифікований та нееквівалентний;

ідентичний стандарт – це стандарт, повністю еквівалентний міжнародному;

модифікований стандарт – це національний стандарт, який має технічні відхилення, але відтворює структуру міжнародного стандарту.

1.2. Органи стандартизації в Україні

До органів державної служби стандартизації відносяться:

— Державний комітет України з стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України);

— Український науково-дослідний інститут стандартизації, сертифікації та інформатики (УкрНДІССІ);

— Державний науково-дослідний інститут “Система” (ДНДІ “Система”);

— Український державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації (УкрЦСМ);

— Український навчально-науковий центр зі стандартизації, метрології та якості продукції;

— технічні комітети зі стандартизації (ТК);

— територіальні центри стандартизації, метрології та сертифікації.

Держстандарт України був створений Постановою Кабінету Міністрів України №293 від 23.09.1991 р. на базі Українського республіканського управління Держстандарту СРСР. Він є національним органом зі стандартизації, створює державну систему стандартизації в країні і керує всіма роботами з стандартизації, метрології та сертифікації.

На УкрНДІССІ покладена розробка науково-технічних і економічних основ стандартизації, перспективних планів комплексної стандартизації сировини, матеріалів, півфабрикатів і готових виробів, стандартів на одини

методи випробування продукції. Він виконує експертизу стандартів перед їх затвердженням, проводить порівняльний аналіз рівня стандартизації в Україні і зарубіжних країнах, надає інформацію з стандартизації всім зацікавленим організаціям.

На ДНДІ “Система” покладена розробка основоположних стандартів.

На УкрЦСМ покладено здійснення всієї централізованої інформації організацій і підприємств про чинні стандарти, технічні умови і іншу нормативну документацію, а також забезпечення їх цією документацією. Центр здійснює реєстрацію стандартів та іншої нормативної документації з стандартизації державного і галузевого значення, підготовку кадрів, підвищення їх кваліфікації та видання нормативних документів зі стандартизації.

На Український навчально-науковий центр зі стандартизації, метрології та якості продукції покладена підготовка кадрів і підвищення їх кваліфікації.

Технічні комітети з стандартизації створюються за рішенням Держстандарту України для організації та забезпечення розроблення, розгляду, експертизи, погодження і підготовки до затвердження державних стандартів України, інших нормативних документів зі стандартизації, а також проведення робіт з регіональної та міжнародної стандартизації.

До роботи в технічних комітетах залучаються на добровільних засадах уповноважені представники

заінтересованих підприємств, установ та організацій замовників (споживачів), розробників, виробників продукції, органів і організацій з стандартизації, метрології, сертифікації, товариств (спілок) споживачів, науково-технічних та інженерних товариств, інших громадських організацій, провідні вчені та фахівці. На сьогодні в Україні створено 120 технічних комітетів.

На територіальні центри покладено контроль за впровадженням і додержанням стандартів і технічних умов.

У структурі Держстандарту України налічується 35 територіальних центрів — 26 обласних і 9 міських.

1.3. Органи галузевої служби стандартизації

До них відносяться:

- служба стандартизації міністерства або відомства;
- головні (базові) організації зі стандартизації;
- служба стандартизації підприємства (організації).

Служба стандартизації міністерства або відомства здійснює керівництво і координацію діяльності з питань стандартизації в галузях народного господарства. Для цього при міністерстві чи відомстві організується відділ стандартизації, на який покладено організацію і планування робіт по створенню проектів державних і галузевих стандартів на проектування і виготовлення продукції, а також організацію найважливіших наукових досліджень зі стандартизації для забезпечення випуску продукції високої якості,

Головні (базові) організації зі стандартизації здійснюють проведення науково-дослідних робіт і розробку нормативних документів з стандартизації, як правило, галузевого рівня.

Служба стандартизації на підприємстві (організації) здійснює організацію і проведення робіт з стандартизації. Це може бути відділ (на великому підприємстві або об'єднанні), група або навіть відповідальний за стандартизацію.

Головним завданням служби стандартизації на підприємстві і в організації є науково-технічне та організаційно-методичне керівництво роботами з стандартизації, а також безпосередня участь у проведенні цих робіт.

Керівник служби стандартизації несе відповідальність нарівні з керівником підприємства за додержання стандартів і технічних умов в технічній документації, що розробляється підприємством, за якість і техніко-економічне обґрунтування розроблених підприємством стандартів і технічних умов, за відповідність їх показників сучасному рівню техніки, за своєчасний перегляд стандартів і технічних умов з метою приведення їх у відповідність зі зростаючими вимогами народного господарства.

В обов'язки цієї служби входить:

- організація і планування робіт з стандартизації та контроль за їх виконанням;
- розробка проектів стандартів підприємства і технічних умов;

- систематичний контроль за впровадженням і додержанням стандартів і технічних умов при проектуванні та виробництві продукції;
- визначення фактичного рівня уніфікації та стандартизації виробів і розрахунок економічної ефективності робіт з стандартизації;
- забезпечення всіх служб підприємства необхідною нормативною документацією з стандартизації;
- організація обліку, зберігання і внесення змін в усі екземпляри стандартів та технічних умов;
- організація і здійснення нормоконтролю технічної документації, що розробляється підприємством;
- допомога всім службам підприємства з усіх питань стандартизації і уніфікації.

Лекція № 2.

Основні положення державної системи стандартизації України

2.1. Основна мета стандартизації

Вся робота з стандартизації в Україні регламентується Декретом Кабінету Міністрів та комплексом стандартів державної системи стандартизації, перші стандарти якого введені в дію 01.10.93 р. наказом Держстандарту України №116 від 29,07.1993 р.

Державна система стандартизації в Україні визначає мету і принципи управління, форми та загальні організаційно-технічні правила виконання всіх видів робіт зі стандартизації.

Основною метою стандартизації є:

- реалізація єдиної технічної політики у сфері стандартизації, метрології та сертифікації;
- захист інтересів споживачів і держави з питань безпеки продукції, процесів, послуг для життя, здоров'я та майна громадян, охорони навколишнього середовища;
- забезпечення взаємозамінності та сумісності продукції, її уніфікації;
- забезпечення якості продукції, виходячи з досягнень науки і техніки, потреб населення і народного господарства;
- раціональне використання всіх видів ресурсів, підвищення техніко-економічних показників виробництва;
- безпека народногосподарських об'єктів з урахуванням ризику виникнення природних і техногенних катастроф та інших надзвичайних ситуацій;
- створення нормативної бази функціонування систем стандартизації, управління якістю та сертифікації продукції, проведення державної політики у сфері ресурсозаощадження (в тому числі застосування мало- і безвідходних технологій), розроблення і виконання державних і міждержавних соціально-економічних і науково-технічних програм;
- усунення технічних та термінологічних перешкод для створення конкурентоспроможної продукції та її виходу на світовий ринок;

- впровадження та використання сучасних виробничих та інформаційних технологій;
- сприяння забезпеченню обороноздатності та мобілізаційної готовності країни.

2.2. Об'єкти стандартизації

Об'єктами державної стандартизації є:

- а) об'єкти організаційно-методичні та загальнотехнічні, в тому числі:
 - організація проведення робіт з стандартизації;
 - термінологічні системи різних галузей знань та діяльності;
 - класифікація і кодування техніко-економічної та соціальної інформації;
 - системи і методи забезпечення якості та контролю якості (вимірювань, аналізу), методи випробувань;
 - метрологічне забезпечення (метрологічні норми, правила, вимоги, організація робіт);
 - вимоги техніки безпеки, гігієни праці, ергономіки, технічної естетики;
 - системи технічної та іншої документації загального використання, єдина технічна мова;
 - системи величин та одиниць;
 - типорозмірні ряди і типові конструкції виробі її загально-машинобудівного застосування (підшипники, кріплення, інструменти, деталі тощо);
 - інформаційні технології, включаючи програмні та технічні засоби інформаційних систем загального призначення;

— достовірні довідкові дані про властивості речовин та матеріалів;

б) продукція міжгалузевого призначення та широкого вжитку;

в) складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення, в т.ч. банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, вимоги до вживаних природних ресурсів, оборона тощо;

г) об'єкти державних соціально-економічних та державних науково-технічних програм.

2.3. Категорії нормативних документів зі стандартизації

Нормативні документи зі стандартизації розподіляють за такими категоріями:

— державні стандарти України — ДСТУ;

— галузеві стандарти України — ГСТУ;

— стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок України — СТТУ;

— технічні умови України — ТУУ;

— стандарти підприємств — СТП.

Державні стандарти України розробляються на:

— організаційно-методичні та загальнотехнічні об'єкти, а саме: організація проведення робіт із стандартизації, науково-технічна термінологія, класифікація і кодування техніко-економічної та соціальної інформації, технічна документація, інформаційні технології, організація робіт з метрології,

достовірні довідкові дані про властивості матеріалів і речовин;

— вироби загальномашинобудівного застосування;

— складові елементи народногосподарських об'єктів державного значення (банківсько-фінансова система, транспорт, зв'язок, енергосистема, охорона навколишнього природного середовища, оборона тощо);

— продукцію міжгалузевого призначення;

— продукцію для населення та народного господарства;

— методи випробувань.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги.

До **обов'язкових** належать:

— вимоги, що стосуються безпеки продукції для життя, здоров'я і майна громадян, її сумісності і взаємозамінності, охорони навколишнього природного середовища і вимоги до методів випробувань цих показників;

— вимоги техніки безпеки і гігієни праці з посиланням на відповідні норми і правила;

— метрологічні норми, правила, вимоги та положення, що забезпечують достовірність і єдність вимірювань;

— положення, що забезпечують технічну єдність під час розроблення, виготовлення, експлуатації або застосування продукції.

Обов'язкові вимоги державних стандартів підлягають безумовному виконанню на всій території України.

Рекомендовані вимоги державних стандартів України підлягають безумовному виконанню, якщо:

- це передбачено чинними актами законодавства;
- ці вимоги включено до договорів на розроблення, виготовлення та поставку продукції;
- виробником: (постачальником) продукції документально заявлено про відповідність продукції цим стандартам.

Державні стандарти затверджує Держстандарт України, а стандарти в галузі будівництва та промисловості будівельних матеріалів — Мінбудархітектури України. Державні стандарти та зміни до них підлягають державній реєстрації в Держстандарті України і публікуються українською мовою з автентичним текстом російською мовою.

До державних стандартів України прирівнюються державні будівельні норми і правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації.

Як державні стандарти України використовуються також державні стандарти колишнього Союзу (міждержавні стандарти), передбачені угодою про проведення країнами СНД погодженої політики в сфері стандартизації, метрології та сертифікації.

Республіканські стандарти УРСР застосовуються як державні до їх заміни чи скасування.

Галузеві стандарти розробляють на продукцію за відсутності державних стандартів України чи в разі

необхідності встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок розробляють у разі необхідності поширення результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних в окремих галузях знань чи сферах професійних інтересів.

Галузеві стандарти, як і стандарти науково-технічних та інженерних товариств і спілок, не повинні суперечити обов'язковим вимогам державних стандартів і підлягають державній реєстрації в Держстандарті України.

Технічні умови — нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог що регулюють стосунки між постачальником (розробником, виробником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або в разі необхідності конкретизації вимог зазначених документів).

Стандарти підприємства розробляють на продукцію (процеси, послуги), які виробляють і застосовують (здійснюють, надають) лише на конкретному підприємстві.

2.4. Види стандартів

Відповідно до специфіки об'єкта стандартизації, складу та змісту вимог, встановлених до нього, для різних категорій нормативних документів з стандартизації розробляють стандарти таких видів:

- основоположні;
- на продукцію, послуги;

— на процеси;

— методів контролю (випробувань, вимірювань, аналізу).

Основоположні стандарти встановлюють організаційно-методичні та загальнотехнічні положення для визначеної галузі стандартизації, також терміни та визначення, загальнотехнічні вимоги та правила, норми, що забезпечують впорядкованість, сумісність, взаємозв'язок та взаємопогодженість різних видів технічної та виробничої діяльності під час розроблення, виготовлення, транспортування та утилізації продукції, охорону навколишнього природного середовища.

Стандарти на терміни та визначення всіх категорій, крім державних, до їх затвердження підлягають погодженню з Держстандартом України, а в галузі будівництва — з Мінбудархітектури України.

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або конкретної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню.

Стандарти на процеси встановлюють основні вимоги до послідовності та методів (засобів, режимів, норм) виконання різних робіт (операцій) у процесах, що використовуються у різних видах діяльності та які забезпечують відповідність процесу його призначенню.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) встановлюють послідовність робіт, операцій, способи (правила, режими, норми) і

технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг.

2.5. Використання стандартів та технічних умов

Стандарти та технічні умови повинні використовуватися на всіх стадіях життєвого циклу продукції.

Державні стандарти на території України застосовують всі підприємства незалежно від форм власності і підпорядкування, громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, міністерства (відомства), органи державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється їх дія.

Галузеві стандарти на території України застосовують для підприємств (установ, організацій) сфери управління органу, який їх затвердив, та на їхні підприємства – суміжники а також на добровільних засадах інші підприємства та громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств (спілок) застосовують добровільно підприємств, окремі громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, які вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи і т. ін., вимоги до яких містяться в цих стандартах. Використання цих стандартів для виготовлення продукції можливе лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою

Технічні умови використовують підприємства незалежно від форм власності і підлеглості, громадяни-

суб'єкти підприємницької діяльності за договірними зобов'язаннями або (і) ліцензіями на право виготовлення та реалізації продукції (надання послуг).

Стандарти підприємства застосовують лише на конкретному підприємстві та на підприємствах, що входять до складу об'єднань (концернів, асоціацій і т. ін.), які затвердили ці стандарти.

Міжнародні, міждержавні та регіональні стандарти, національні стандарти інших країн застосовують в Україні в межах її міжнародних договорів за порядком, який встановлює Держстандарт України.

Лекція № 3.

Організація робіт зі стандартизації і загальні вимоги до стандартів

3.1. Організаційна структура робіт з стандартизації

Держстандарт України організує і координує роботи зі стандартизації та функціонування державної системи стандартизації, встановлює в державних стандартах цієї системи загальні організаційно-технічні правила проведення робіт зі стандартизації, здійснює міжгалузеву координацію цих робіт, включаючи планування, розроблення, видання, розповсюдження та застосування державних стандартів, визначає порядок державної реєстрації нормативних документів і бере участь в проведенні заходів з міжнародної, регіональної стандартизації, відповідно до міжнародних договорів України, організує навчання та професійну підготовку спеціалістів у сфері стандартизації.

Роботи зі стандартизації в галузі будівництва організує Мінбудархітектури України.

Міністерства (відомства), державні комітети, органи державної виконавчої влади беруть участь у роботах із стандартизації та організують цю діяльність в межах своєї компетенції через свої служби стандартизації, головні або базові організації із стандартизації.

Організацію та забезпечення розроблення, експертизи, погодження та підготовки до затвердження державних стандартів і інших нормативних документів із стандартизації, а також проведення робіт з міжнародної (регіональної) стандартизації проводять технічні комітети.

Державні стандарти України за дорученням Держстандарту України можуть розробляти також підприємства, установи і організації, які мають у відповідній галузі стандартизації необхідний науково-технічний потенціал.

Стандарти науково-технічних і інженерних товариств і спілок розробляють самі товариства і спілки.

Служби стандартизації підприємства (організації) розробляють стандарти підприємства.

Роботи з стандартизації здійснюють відповідно до річного плану, який формують на основі довгострокових програм і проектів планів роботи із стандартизації.

Відповідальність за відповідність нормативних документів із стандартизації вимогам актів чинного законодавства, а також їх науково-технічний рівень

несуть розробники, організації та установи, які провели їх експертизу, і органи, підприємства, установи, організації та громадяни-суб'єкти підприємницької діяльності, що затвердили ці документи.

Порядок розроблення, узгодження, затвердження, розповсюдження, перевірки, перегляду, зміни та скасування стандартів регламентовано: для державних стандартів — ДСТУ 1.2, технічних умов — ДСТУ 1.3, стандартів підприємств — ДСТУ 1.4. Порядок для галузевих стандартів встановлює орган, до сфери управління якого входять підприємства, установи, організації, на які поширюється дія стандарту, а для стандартів науково-технічних і інженерних товариств — встановлюють їхні статутні органи,

3.2. Загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення та змісту стандартів

Ці вимоги регламентовані ДСТУ 1.5. Розглянемо детальніше вимоги до змісту і позначення стандартів.

Основоположні організаційно-методичні стандарти встановлюють:

— цілі, задачі, класифікаційні структури об'єктів стандартизації різного призначення, загальні організаційно-технічні положення щодо проведення робіт у певній галузі діяльності і т. ін.;

— порядок (правила) розроблення, затвердження і впровадження нормативних, конструкторських, технологічних, проектних та програмних документів.

Основоположні загальнотехнічні стандарти встановлюють:

— науково-технічні терміни та їх визначення, що багаторазово вживаються у всіх сферах народного господарства;

— умовні позначення (назви, коди, позначки, символи і т. ін.) для різних об'єктів стандартизації, їхнє цифрове, літерно-цифрове позначення, у т. ч. позначення параметрів фізичних величин (українськими, латинськими, грецькими літерами), їх розмірність, замінювальні написи, символи і т. ін.;

— вимоги до побудови, викладення, оформлення і змісту різних видів документів;

— загальнотехнічні величини, вимоги та норми, що необхідні для технічного, в тому числі метрологічного, забезпечення процесів виробництва.

На продукцію і послуги розробляють:

— стандарти загальних технічних умов, які повинні мати загальні вимоги до груп однорідної продукції, послуг;

— стандарти технічних вимог, які повинні вміщувати вимоги до конкретної продукції, послуги (групи конкретної продукції, послуг).

За доцільності стандартизації окремих вимог до груп продукції, послуг можуть розроблятися стандарти, які встановлюють; класифікацію, основні параметри і (або) розміри, вимоги безпеки, вимоги охорони навколишнього середовища, загальні технічні вимоги, методи випробувань, типи, сортамент, марки, правила

приймання, маркування, пакування, транспортування, зберігання, експлуатації, ремонту й утилізації.

Стандарти на продукцію, виробництво і використання якої може зашкодити здоров'ю або майну громадян, а також навколишньому середовищу, повинні обов'язково вміщувати розділи “Вимоги безпеки” і “Вимоги охорони навколишнього середовища”.

Методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу), що встановлюються в стандартах на продукцію і (або) в стандартах на методи контролю, повинні забезпечувати об'єктивну перевірку всіх обов'язкових вимог до якості продукції, які встановлені в стандартах на неї.

Стандарти на процеси встановлюють вимоги до методів (способів, прийомів, режимів, норм) виконання різного роду робіт у технологічних процесах розроблення, виготовлення, зберігання, транспортування, експлуатації, ремонту і утилізації продукції (послуг), що забезпечують їх технічну єдність і оптимальність.

ДСТУ 1.5 регламентує також вимоги до позначення стандартів. Позначення державного стандарту України складається з індексу (ДСТУ), реєстраційного номера, присвоєного йому при затвердженні, і відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження. У позначенні державного стандарту, що входить до комплексу стандартів, в його реєстраційному номері перші цифри з крапкою визначають комплекс стандарту. Якщо стандарт використовується тільки в

атомній енергетиці, додається літера А, яку проставляють після двох останніх цифр року його затвердження. Позначення державного стандарту, що оформлений на підставі застосування автентичного тексту міжнародного або регіонального стандарту і не вміщує додаткові вимоги, складається з індексу (ДСТУ), позначення відповідно міжнародного або регіонального стандарту без зазначення року його прийняття і відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження державного стандарту. Наприклад, міжнародний стандарт ISO 9591:1992 повинен позначатися ДСТУ ISO 9591-93.

Позначення галузевого стандарту складається з індексу (ГСТУ), умовного позначення міністерства (відомства) і відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження стандарту.

Позначення стандарту підприємства складається з індексу (СТП), реєстраційного номера, що надається у порядку, встановленому на підприємстві (в об'єднанні підприємств, спілці, асоціації, концерні, акціонерному товаристві, у міжгалузевому, регіональному та інших об'єднаннях), і відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження стандарту.

Позначення стандарту науково-технічного та інженерного товариства складається з індексу (СТТУ), аббревіатури науково-технічного та інженерного товариства і реєстраційного номера, що надається у порядку, встановленому в товаристві, і відокремлених тире двох останніх цифр року затвердження стандарту.

3.3. Порядок розроблення і затвердження стандартів ДСТУ 1.2 встановлює такі стадії виконання робіт:

- організація розроблення стандарту;
- розроблення проекту стандарту першої редакції;
 - розроблення проекту стандарту остаточної редакції;
 - затвердження та державна реєстрація стандарту;
 - видання стандарту

Порядок організації розроблення стандарту такий:

- технічні комітети, міністерства (відомства) або за їхнім Дорученням головні (базові) організації з стандартизації розглядають обґрунтовані замовлення на розроблення стандарту і подають пропозиції до плану державної стандартизації до Держстандарту України (Мінбудархітектури України);
- розгляд пропозицій, формування та затвердження річного плану державної стандартизації України та укладання договорів з розробником на розроблення стандартів;
- розроблення розробником технічного завдання на стандарт, яке повинно мати перелік організацій, яким потрібно розіслати проект на відгук, та перелік організацій, з якими потрібно його узгодити;
- затвердження технічного завдання з головою технічного комітету або керівником організації після погодження з Держстандартом (Мінбудархітектури) України та заінтересованими міністерствами (відомствами);

- розроблення проекту стандарту (першої редакції) і пояснювальної записки і розсилання їх на відгук організаціям згідно з переліком;
- опрацювання відгуків і складання зведення відгуків;
- доопрацювання проекту стандарту і пояснювальної записки на підставі зауважень і пропозицій, які містяться у зведенні відгуків (розроблення проекту остаточної редакції стандарту);
- погодження розробником остаточної редакції проекту стандарту з погоджувальними організаціями, і подання її з супровідною документацією в Держстандарт (Мінбудархітектури) України;
- державна експертиза проекту стандарту, до якої можуть бути залучені науково-дослідні організації Держстандарту (Мінбудархітектури) України, технічні комітети, відомі вчені і фахівці;
- розгляд проекту стандарту після проведення експертизи і прийнятій рішення про його затвердження або повернення на доробку.

Під час затвердження стандарту визначають дату надання йому чинності з урахуванням часу на виконання підготовчих заходів щодо його впровадження.

Стандарти затверджують, як правило, без обмежень терміну дії, державну реєстрацію їх здійснює Держстандарт України.

Лекція № 4.

Порядок впровадження стандартів і державний нагляд за їх додержанням

4.1. Порядок впровадження стандартів

Впровадження стандарту повинно бути закінчене до дати набуття ним чинності. Стандарт вважається впровадженим на підприємстві (організації), якщо встановлені ним вимоги додержуються у відповідності з його сферою дії і забезпечується стабільність якості виготовлення продукції.

За погодженням з основним споживачем (замовником), допускається дострокове введення стандарту в дію. Впровадження стандарту здійснюється згідно з планом основних організаційно-технічних заходів. Залежно від виду стандарту цей план передбачає:

- перегляд, внесення змін або відміну чинних і розробку нових нормативно-технічних документів, що пов'язані зі змістом впроваджуваного стандарту;
- розробку нової технічної документації і внесення змін в чинну документацію;
- забезпечення підприємств необхідною сировиною, матеріалами, півфабрикатами і комплектуючими засобами, також устаткуванням, приладами, інструментами, необхідними для випуску нової продукції;
- зміну технологічних процесів, режимів роботи, автоматизацію і механізацію виробничих процесів, підвищення точності виготовлення продукції;
- реконструкцію, розширення, будівництво нових виробничих потужностей і організацію спеціалізованих виробництв;

— підвищення кваліфікації, підготовку кадрів і інші заходи, необхідні для впровадження стандарту.

Завершення робіт з упровадження стандарту оформляється актом, який затверджує керівник (заступник) підприємства (організації). В роботі комісії приймають участь представники підприємства, яке впроваджує стандарт, і представник основного споживача продукції.

4.2. Державний нагляд за впровадженням і додержанням стандартів

Проводиться згідно з Декретом Кабінету Міністрів України.

Державний нагляд — це діяльність спеціально уповноважених органів державної виконавчої влади по контролю за додержанням суб'єктами підприємницької діяльності (підприємцями) стандартів, норм і правил при виробництві та випуску продукції (виконанні робіт, наданні послуг) з метою забезпечення інтересів суспільства і споживачів, її належної якості, безпечної для життя, здоров'я, майна людей і навколишнього середовища.

Державний нагляд здійснює Держстандарт України, його територіальні органи, а також інші спеціально уповноважені на те органи.

Об'єктами державного нагляду є:

— продукція виробничо-технічного призначення, товари народного споживання, продукція тваринництва та рослинництва, продукти харчування, в тому числі

продукція, що пройшла сертифікацію, — на відповідність стандартам, нормам і правилам;

— продукція імпортна — на відповідність чинним в Україні стандартам, нормам і правилам стосовно безпеки життя, здоров'я й майна людей і навколишнього середовища;

— продукція експортна — на відповідність стандартам, нормам, правилам або окремим вимогам, що зумовлені договором (контрактом);

— атестовані виробництва на відповідність установленим вимогам щодо сертифікації продукції.

Державний нагляд здійснюється за планами органів державного нагляду або за зверненням громадян у формі перевірки додержання:

— стандартів, норм і правил при розробці, виробництві, випуску, зберіганні, транспортуванні, використанні, експлуатації, реалізації та утилізації продукції, за винятком стадії реалізації товарів у сфері торгівлі, випуску і реалізації продукції на підприємствах громадського харчування та надання послуг громадянам як споживачам, шляхом проведення періодичних або постійних перевірок через вибірковий або суцільний контроль;

— стабільності якості сертифікованої продукції і правил проведення її випробувань.

Державний нагляд на конкретному підприємстві починається з того, що:

— вивчаються акти і пропозиції за результатами попередньої перевірки;

— перевіряється забезпеченість підприємства необхідною технічною документацією (стандарти, креслення, карти технологічного процесу);

— ознайомлюються з методами і засобами контролю технологічного процесу і перевіряють їх відповідність чинним стандартам;

— аналізуються скарги на продукцію, яка перевіряється;

— перевіряється наявність служби стандартизації, її підлеглість і укомплектованість.

Контроль якості продукції і її відповідність вимогам стандартів проводять у такому порядку:

— відбираються контрольні проби з числа тих, що були прийняті відділом технічного контролю;

— проводять випробування відібраних виробів за всіма показниками згідно з чинними стандартами;

— в цехах перевіряється додержання режимів технологічних процесів, стан засобів вимірювання, робота відділу технічного контролю;

— перевіряється додержання стандартів на матеріали і комплектуючі півфабрикати, які одержані від суміжників.

При контролі строку впровадження стандарту перевіряється:

— наявність наказу міністерства чи відомства, а також наказу на підприємстві про впровадження стандарту;

— наявність плану організаційно-технічних заходів по впровадженню стандарту і його виконання;

—забезпеченість підприємства необхідною сировиною, устаткуванням, оснасткою, інструментом, технічною документацією;

— з яких показників стандарту при впровадженні допущені відхилення;

— якщо стандарт не впроваджується, то які є на це причини.

За результатами контролю складається акт з висновками і пропозиціями.

При порушенні вимог стандартів органи держнагляду:

— дають вказівку на усунення виявлених недоліків;

— забороняють відвантаження недоброякісної продукції;

— у необхідних випадках ставлять питання про притягнення до адміністративної і судової відповідальності осіб, винних у випуску недоброякісної продукції.

Поряд з проведенням державного нагляду проводиться і відомчий нагляд за впровадженням і додержанням стандартів, норм, правил. Завдання його аналогічні завданням державного нагляду.

Лекція № 5.

Методологія стандартизації

5.1. Основні принципи стандартизації

Вимоги, закладені у стандартах, сьогодні визначають якість практично всієї продукції народного господарства, її конкурентоспроможність на світовому ринку, а звідси й стан економіки фірми, підприємства та держави. Але високий рівень якості продукції

вимагає відповідного науково-технічного рівня виробництва, своєчасного використання сучасних досягнень науки та техніки, розроблення, запровадження та безперервного удосконалення його технології, засобів виробництва, організації праці, менеджменту, дизайну, рекламування, збуту продукції, захищення авторських прав, патентування, які теж є об'єктами стандартизації.

Успішне розв'язання перелічених проблем має одну обов'язкову умову — вартість і ціна продукції не можуть перевищувати вартість та ціну її аналогів на світовому ринку, тобто продукція має бути конкурентоспроможною. Окрім цього, високі вимоги стандартів до продукції, яка не відповідає технічному рівню технології виробництва чи якості сировини та комплектувальних виробів можуть спричинити зупинку виробництва, банкрутство виробників продукції. Тому встановлення вимог до якості продукції у стандартах є комплексним, складним і відповідальним завданням, успішне розв'язання якого сприяє процвітанню та розвитку економіки, а невдале — зумовлює її занепад та економічну кризу. Звідси відповідно випливають і високі вимоги до кваліфікації спеціалістів, що працюють у будь-якій ланці взаємопов'язаного ланцюга — від визначення вимог у стандартах до виготовлення продукції та її правильного використання за призначенням. Ось чому процес розроблення нових стандартів чи перегляд вимог у

чинних стандартах зводять до реалізації таких методологічних принципів [1, 2, 3, 4, 5].

Принцип оптимізації вимог стандартів вимагає забезпечення оптимальних показників якості продукції, параметрів, норм, характеристик, вимог, що відповідають світовому рівню науки, техніки, виробництва, використання продукції. Термін “виробництво продукції” обов'язково передбачає також менеджмент, дизайн, рекламу, її ефективність (економічну й технічну), з метою отримання найбільшого кінцевого ефекту. Під час визначення чи прогнозування ефективності беруть до уваги всі витрати на створення та використання продукції протягом усього її “життя”. Без цього будь-який тимчасовий ефект може перетворитися на збитки чи то для виробника, чи для народного господарства країни. Для реалізації зазначеного принципу використовують методи випереджувальної та комплексної стандартизації.

Науково-дослідницький принцип — це наукове узагальнення практичного досвіду, теоретичних, експериментальних, дослідно-конструкторських робіт у заданій галузі стандартизації.

Принцип забезпечення функціональної взаємозамінності виробів спрямований на розширення ринку збуту виготовленої продукції на підставі взаємоузгодження її параметрів, характеристик, збільшення серійності її виготовлення та відповідне зменшення вартості та ціни.

Принцип переважальності полягає у визначенні оптимальних рядів основних параметрів продукції (габаритних і монтажних розмірів, мас, відхилень, потужностей, напруг, струмів) з метою забезпечення їх взаємозамінності обмеженим асортиментом типорозмірів виробів, заготовок, різального інструменту, калібрів, технологічного спорядження. З метою поступового зменшення кількості типорозмірів виробів, значень їх параметрів визначають не один, а декілька рядів переважальних чисел, щоб дати змогу маркетологам і конструкторам, добираючи значення відповідних параметрів, віддавати перевагу першим рядам перед наступними.

Принцип відповідності сучасному рівню розвитку науки, техніки та виробництва полягає у своєчасному періодичному перегляді вимог до об'єктів стандартизації з метою зведення їх до сучасного рівня.

Принцип економності матеріальних та енергетичних витрат полягає у встановленні обґрунтованих норм у стандартах з метою створення конкурентоспроможної на світовому ринку продукції. За цими показниками чимало вітчизняних виробів значно поступаються кращим зразкам передових закордонних фірм. Обмеження параметрів матеріальних та енергетичних норм витрат у державних стандартах стимулює розроблення раціональних конструкцій, електричних, кінематичних, гідравлічних схем, використання нових матеріалів і заготовок з підвищеними фізичними властивостями,

меншою вартістю та трудомісткістю отримання виробів.

5.2. Параметричні ряди виробів

Асортимент виробів машинобудування налічує сотні тисяч типорозмірів і щороку поповнюється. Це значно ускладнює уніфікацію та типізацію виробів. Тому часто однакові за призначенням вироби відрізняються як за своєю конструкцією, так і за розмірами. З метою полегшити процеси і підвищити рівень уніфікації, типізації, збільшити серійність виготовлення виробів, розширити спеціалізацію та інтеграцію виробництва, зменшити матеріало- та енергомісткість, знизити вартість виробів значну увагу приділяють стандартизації параметричних рядів виробів [6, 7].

Кожний виріб характеризують кілька його параметрів, серед яких завжди можна виділити головний, основні та другорядні. За *головний параметр* приймають той, який визначає найважливіший експлуатаційний параметр, що не залежить від технології виготовлення та технічних удосконалень. Наприклад, головним параметром вантажного крана є маса найбільшого вантажу, який він може підіймати; оброблювального верстата — габаритні розміри оброблюваних заготовок; протягувального верстата — найбільша тяжна сила; універсальних вимірювальних приладів — діапазон вимірювання; двигунів — найбільша потужність, редукторів — коефіцієнт передавання руху чи сили; підсилювачів — чутливість або коефіцієнт підсилення сигналів тощо.

Для визначення числових значень головних параметрів складають і затверджують їх параметричні ряди. Добір величин головних параметрів і визначення діапазону їх значень потребує техніко-економічного обґрунтування, врахування сучасної та перспективної потреби у заданих виробках тощо.

Параметричним рядом називають закономірно побудований числовий ряд значень головних параметрів виробів однакового функціонального призначення та подібних між собою за конструкцією чи робочим циклом.

Основними називають параметри, які визначають якість виробів і залежать від технології їх виготовлення, технічних удосконалень тощо. Наприклад, для вантажних кранів основними параметрами можуть бути найбільші вертикальні та горизонтальні переміщення вантажів, їх вид, маса тощо; для оброблювальних верстатів — точність оброблення поверхонь, потужність, продуктивність; для вимірювальних засобів — похибки вимірювання, швидкодія, вимірювальна сила тощо. Основні параметри часто визначаються головним.

Одним із видів параметричного є *типорозмірний ряд*, головними параметрами якого є розміри заданої конструкції виробу. На їх базі складають конструктивні ряди заданих типів (моделей) виробів однакової конструкції та одного функціонального призначення. Параметричні, типорозмірні та конструктивні ряди часто будують, використовуючи їх пропорційну

залежність від експлуатаційних (головних чи основних) параметрів. У цьому разі зазначені ряди є похідними від експлуатаційних, іноді не відрізняються від них за числовими значеннями.

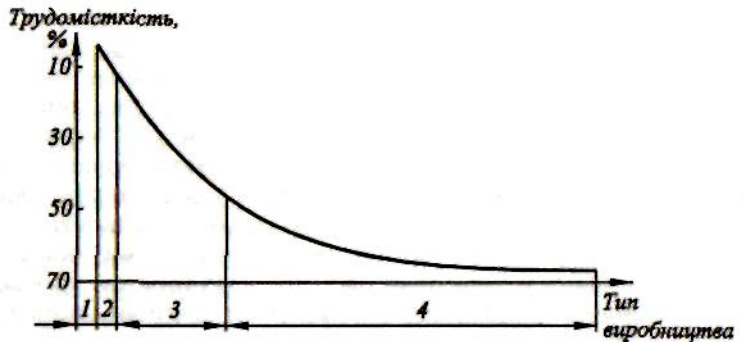


Рис. 5.1.

Зважаючи на складну залежність між параметрами різних виробів, розроблення єдиних типорозмірних і конструктивних рядів є складною задачею, тому часто задовольняються подібністю умов робочих процесів, що зумовлює рівність параметрів теплової чи силової їх напруги. Наприклад, для двигунів внутрішнього згорання є дві такі умови подібності: рівнозначність середнього ефективного тиску, що залежить від тиску та температури паливної суміші на вході, та рівнозначність середньої швидкості поршня. Це дає змогу створювати ряди геометрично подібних двигунів, у яких будуть однакові термодинамічний, механічний та ефективний коефіцієнти корисної дії (чи витрати палива), потужність, тепла та силова напруга.

Визначаючи параметричні ряди, беруть до уваги щільність розподілу значень головного параметра виробів, збільшуючи чи зменшуючи кількість членів рядів у різних діапазонах. У цьому разі використовують змішані ряди (з різними множниками). Наприклад, близько 90% усіх використовуваних модулів зубчастих коліс перебувають у межах від 1 до 6 мм, а найбільше їх у межах від 2 до 4 мм. Тому у стандарті для ряду модулів найбільша кількість градацій передбачена відповідно для них.

Граничні значення головних параметрів і їх частоту (градацію) визначають на підставі сучасної потреби та перспективи розвитку виробництва, досягнень науки й техніки, тенденцій розвитку заданих виробів. Щоб уникнути небажаного збільшення номенклатури виробів, частоту рядів технічно та економічно обґрунтовують. Зростання номенклатури відповідно зменшує серійність та трудомісткість виготовлення виробів (рис.5.1). В умовах ринкової економіки визначення потреби у виробках, яка може змінюватись у часі та просторі, є складним завданням.

5.3. Уніфікація та агрегативання складних виробів

Уніфікація, як основний метод стандартизації, широко застосовується під час конструювання складних виробів, зокрема автомобілів, тракторів, автобусів, автотранспорту, комбайнів, обприскувачів, оброблювальних верстатів, ковальсько-штампувального устаткування, прокатних станів, ливарних машин, роботів, маніпуляторів, конвеєрів, машин для

укладання шосейних доріг, контрольно-вимірювальних засобів, радіоелектронної та телеграфної апаратури, комп'ютерів тощо.

Побудова таких складних виробів вимагає значних витрат на етапах їх проектування, виготовлення, експлуатації та зберігання, а стандартизація може і сприяти значному техніко-економічному ефекту (вдалі і перспективні стандарти), і гальмувати технічний процес, зумовлювати значні витрати та збитки (невдалі стандарти). Невдалих стандартів, як і невдалих законів, незважаючи на їх шкоду, слід дотримуватись. Тому розроблення та своєчасне поновлення стандартів має відбуватися паралельно з науково-технічним прогресом. Складність зазначеної проблеми стає очевидною, якщо взяти до уваги, з одного боку, значний термін, необхідний для розроблення та впровадження у виробництво нових стандартів, а з другого, — швидкий темп зміни асортименту виробів на світовому ринку. Підприємства, що роблять це своєчасно, процвітають, інші ж банкрутують і зубожіють.

Не вдаючись до вивчення сучасних методів керування такими процесами, розглянемо способи побудови складних виробів із застосуванням різних методів стандартизації. Швидке зростання номенклатури виробів зумовлює відповідне зменшення серійності, зростання трудомісткості їх виготовлення та вартості. Збільшення серійності та відповідне зменшення вартості виготовлення продукції є одним з основних завдань стандартизації. Узгодження зазначених

напрямів розвитку виробництва ускладнюється умовами конкуренції на сучасному ринку товарів, де здебільшого перемагає виробник якісніших і дешевших виробів.

Одним з найефективніших способів підвищення рівня стандартизації та уніфікації виробів є побудова їх зі стандартних уніфікованих частин. Проектування, виготовлення та експлуатація таких виробів чи їх складових частин є значно дешевшою, не вимагає високої кваліфікації робітників, добре піддається автоматизації та механізації праці. Використання різних комбінацій уніфікованих частин дає змогу створювати та виготовляти значний асортимент складних за конструкцією виробів. Частини, з яких складають вироби, можуть бути різними за складністю (від окремих заготовок і деталей до найскладніших за конструкцією вузлів, механізмів, агрегатів, блоків, модулів, апаратів, машин тощо). Основною вимогою до всіх складових частин виробів є їх взаємозамінність (повна, часткова, геометрична, функціональна), тобто здатність займати певне місце у складнішому виробі та виконувати задані функції.

За ступенем уніфікації розрізняють кілька способів побудови складних виробів. Розглянемо їх у хронологічному порядку розроблення та застосування. Першим і найнижчим за рівнем стандартизації є *метод побудови унікальних конструкцій* (типів) окремих виробів з більшою чи меншою кількістю уніфікованих складових частин (заготовки, кріпильні деталі, кулькові

та роликові підшипники, шпонки, ручки, шківни, зубчасті колеса, ущільнювачі, вимикачі, резистори, конденсатори, штепселі, ізолятори тощо).

Вищим за рівнем стандартизації є *блоковий метод*, який полягає у побудові виробів з окремих складових взаємозамінних частин (блоків), що є унікальними конструкціями. Зазначений метод дає змогу виготовляти окремі частини виробів різними виробниками (дільницями, цехами, заводами, фірмами тощо), а складати готові складні вироби — головному виробнику. Прикладом такого способу виготовлення виробів може служити виробництво велосипедів, мотоциклів, автомобілів, у якому їх складові частини (гумові вироби, помпи, прилади, редуктори, підшипники) виготовляють чимало виробників, а складанням виробів займаються, відповідно, велосипедні, мотоциклетні, автомобільні підприємства чи фірми.

Найвищим за рівнем стандартизації є *метод агрегативання*, що полягає у використанні стандартизованих (уніфікованих) агрегатів, які здатні виконувати складні функції (перетворення видів енергії, руху, сили, перебіг хімічних, теплових реакцій) та відповідати умовам геометричної взаємозамінності. Зазначений метод не виключає застосування перших двох методів стандартизації під час створення виробів. Він дає змогу забезпечити практично необмежену кількість модифікацій, типів, конструкцій виробів

певної складності шляхом побудови їх зі заданої кількості стандартних та уніфікованих агрегатів.

Метод агрегування став основним способом побудови складних виробів за останні 20—30 років у промисловості. Прикладом його застосування можуть бути двигуни внутрішнього згорання, електро-, пневмо- та гідродвигуни, коробки швидкостей та редуктори, передні та задні мости, рами, зчеплення, колеса, гальмівні циліндри, контрольно-вимірювальні засоби для автомобіле-, тракторо- та автобусобудування; силові агрегати, супорти, револьверні головки, інструментальні магазини, столи, корпуси, стояки, станини для побудови металорізальних верстатів; підвісні агрегати (плуги, копачки, розпушувачі, помпи, розбризкувачі, косарки, молотильні барабани, черпаки, лопати, конвеєри, екскаватори, грейдери) разом з автомобілями та тракторами для побудови сільськогосподарських машин; первинні перетворювачі, електронні блоки, підсилювачі, комутатори, компенсатори, перетворювачі з уніфікованими сигналами, двигуни та виконавчі механізми, індикатори (аналогові, цифрові, світлові тощо), самописці, регулятори для контрольно-вимірювальних засобів приладобудування; блоки живлення, перемикачі телевізійних і радіосигналів, підсилювачі низької та високої частоти, відхильні системи, проекційні трубки, блоки дистанційного керування, корпуси для радіо- та телеапаратури побутового та дослідного призначення; екрани, дис-

ководи, мікропроцесори, блоки пам'яті, зв'язку зі зовнішніми системами, введення та оброблення інформації (клавійні, перфораторні, магнітоелектричні тощо), живлення, відліку часу, сканери, транслятори та перетворювачі сигналів, індикатори, катріджі для побудови персональних комп'ютерів і ЕОМ.

Метод агрегування дав змогу розширити кількість виконуваних виробами функцій, підвищити їх рівень уніфікації та стандартизації. Передові фірми розвинених країн не приймають до серійного виготовлення вироби, які мають рівень уніфікації нижчий ніж 80%. Уніфікація та агрегування, як основні методи стандартизації, стали обов'язковими під час створення нової техніки та розроблення відповідних стандартів на неї і дають змогу значно здешевити не тільки стадію виготовлення виробів, а й стадії їх проектування, експлуатації та зберігання, підвищити якість виробів з одночасним їх здешевленням.

5.4. Показники рівня уніфікації та стандартизації виробів

За рівень уніфікації та стандартизації виробів приймають “насиченість” їх уніфікованими та стандартними складовими частинами. Для визначення рівня уніфікації та стандартизації використовують різні показники і коефіцієнти, що можуть бути як поелементними, так і комплексними, і враховують одночасно два та більше елементів. До поелементних показників належать коефіцієнти уніфікації за рівнем використання типорозмірів, маси уніфікованих і

стандартних елементів, кожний з яких характеризує рівень уніфікації тільки з одного боку. Наприклад, коефіцієнт використання типорозмірів визначають, як

$$K_{в.т} = ((n-p_0)/n) \cdot 100\%, \quad (5.1)$$

де $K_{в.т}$ — коефіцієнт уніфікації використання типорозмірів, %; n — загальна кількість типорозмірів складових частин у виробі, шт; p_0 — кількість типорозмірів оригінальних складових частин, розроблених тільки для заданого виробу, шт.

Приклад. Виріб складається з $n = 86$ типорозмірів складових частин (деталей, вузлів, комплектувальних виробів) та $p_0 = 12$ складових оригінальних частин.

Тоді

$$K_{в.т} = (86 - 12) / 86 \cdot 100\% = 86,05\%.$$

Конструкторські та проектні організації визначають так звані коефіцієнти проектної уніфікації та стандартизації відповідно за кількістю типорозмірів, масою, вартістю складових частин [3, 5]. Повнішу оцінку рівня уніфікації та стандартизації отримують за допомогою комплексного коефіцієнта [8].

Лекція № 6.

Взаємозамінність в машинобудуванні

6.1. Взаємозамінність та її види

Взаємозамінністю виробів називають їх здатність займати певне місце у складнішому виробі чи здатність будь-якого виробу рівноцінно замінювати інший. Якщо заміна однотипних виробів можлива без додаткового регулювання чи припасування (додаткового оброблення різанням), то таку взаємозамінність

називають *повною*. Вироби повинні відповідати вимогам креслень, технічним вимогам чи стандартам, у яких наведені марка та стан матеріалу виробу (заготовки, деталі), форма та розміри, якість поверхонь, електричні та інші фізичні параметри, покриття тощо. Усі параметри виробу повинні мати певні значення.

Взаємозамінність дає змогу виготовляти вироби на будь-якому підприємстві та використовувати їх для складання складніших виробів чи ремонтувати на інших підприємствах. Наприклад, сучасні автомобільні заводи переважно складають автомобілі з виробів (деталей, вузлів, агрегатів, приладів тощо), виготовлених на інших фірмах і заводах. Їхні вироби як запасні частини використовують тисячі підприємств, що ремонтують автомобілі.

Повна взаємозамінність полегшує процес складання чи ремонтування виробів, дає змогу використовувати робітників невисокої кваліфікації, полегшувати механізацію та автоматизацію виробництва, підвищувати точність нормування праці, сприяє розширенню кооперування та інтегрування підприємств, що проєктують, виготовляють та експлуатують вироби. Недоліками повної взаємозамінності є підвищені вимоги до точності параметрів виробів і зумовлена цим вища їх вартість. Для забезпечення повної геометричної взаємозамінності деталей та вузлів розміри поверхонь, що поєднуються, виготовляють з високою точністю (5, 6 і 7 квалітети точності), а розмірні ланцюги, що

визначають розміри відповідальних замикальних ланок для деталей, вузлів, мають бути якомога коротшими.

Неповною взаємозамінністю називають здатність виробів займати певне місце у складнішому виробі, але після додаткового часткового оброблення (припасування) заданих поверхонь; добирання поєднаних складових частин внаслідок регулювання заданих розмірів за допомогою спеціально передбачених у конструкції відповідних ланок (поверхонь, деталей).

Зовнішньою вважають таку взаємозамінність, що забезпечує здатність виробів займати певне місце у складнішому виробі тільки за виконуваними функціями, габаритними та монтажними розмірами поєднаних поверхонь виробів, а *внутрішньою* — таку взаємозамінність, що забезпечує здатність усіх складових частин складного виробу займати певне місце у ньому. Наприклад, кулькові підшипники за виконуваними функціями та монтажними розмірами зовнішнього та внутрішнього кілець є взаємозамінними, тобто вироби мають зовнішню взаємозамінність, але окремі частини їх (зовнішні та внутрішні кільця, кульки) не є взаємозамінними між собою, бо подаються для складання у вальниці тільки селективно дібраними комплектами, тобто не мають внутрішньої взаємозамінності. Будь-яка окрема частина кулькового чи роликового підшипника не є взаємозамінною.

6.2. Загальні поняття про розміри., їх відхилення та допуски

Взаємозамінність виробів за їх геометричними параметрами (формою та розмірами) доцільно вивчати на прикладах гладких циліндричних внутрішніх (отворів) і зовнішніх (валів) поверхонь. Термін *отвір* переважно застосовують не тільки для позначення внутрішніх поверхонь отворів, а й для всіх охоплювальних поверхонь, а термін *вал* — відповідно для всіх охоплюваних поверхонь і розмірів елементів виробів. Ці терміни використовують не тільки для циліндричних, а й для поверхонь будь-якої іншої форми (плоских, криволінійних). Наприклад, призматичну шпонку приймають як вал, а пази для неї у валу чи втулці (шківі, шестерні) — як отвір.

Значення геометричних параметрів оцінюють за допомогою розмірів, що є числовими значеннями лінійних чи кутових розмірів. Наприклад, діаметр, довжину, ширину, глибину, висоту оцінюють лінійними розмірами, а кути, нахили, конусності — кутовими розмірами. За призначенням розміри поділяють на номінальні, допускні та істинні.

Номінальними називають прийняті під час проектування розміри, подані у робочих кресленнях чи ескізах. Вал з чотирма номінальними розмірами ($\varnothing 20$; $\varnothing 16$; 100; 15) і двома фасками $1 \times 45^\circ$ зображений на рис. 6.1. Номінальні розміри служать для розрахунків і накреслення у заданому масштабі зображень чи проєкцій виробів на робочих кресленнях (детальних і

складальних). Їх отримують як результат розрахунків відповідних заокруглень з конструктивних (технологічних, естетичних) міркувань. З метою стандартизації їх значення добирають із рядів номінальних розмірів, встановлених стандартами на базі рядів переважних чисел. Розміри, що є похідними

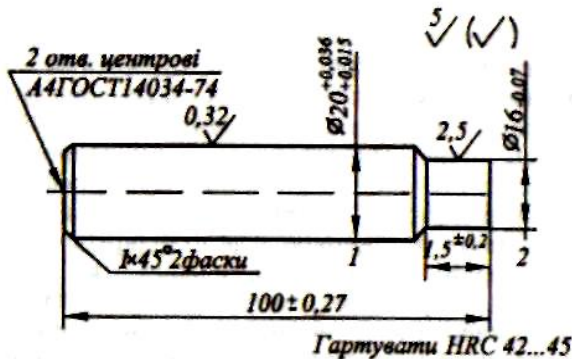


Рис. 6.1.

від інших розмірів (наприклад, дільного діаметра та кроку зубчастих коліс, великого, середнього та малого діаметрів і кроків різьб, виконавчих розмірів калібрів, технологічних міжопераційних розмірів) подають на кресленнях та ескізах без заокруглень і незалежно від того, чи входять вони у ряди переважних чисел.

Найбільшим і найменшим граничними значеннями розмірів називають ті, які визначені вимогами забезпечення взаємозамінності виробів. Допускні значення розмірів у кресленнях та ескізах не наводять. Їх визначають за допомогою арифметичних розрахунків, додаючи до номінальних розмірів допускні

для них відхилення, які проставляють у кресленнях чи ескізах справа (зверху, знизу та поруч) від номінальних розмірів. *Верхнім (нижнім)* називають відхилення розміру, додавання якого до номінального його значення дає змогу отримати найбільший (найменший) граничний розмір.

Граничні відхилення розмірів дають змогу визначити їх найбільші та найменші значення. Шляхом додавання до номінальних розмірів їх верхніх відхилень отримують найбільші допускні розміри, а додаванням до номінальних розмірів їх нижніх відхилень — найменші допускні розміри.

Значення граничних розмірів, як і допускних відхилень, дають змогу визначити задану точність та дібрати контрольно-вимірювальні засоби.

Істинними називають розміри, які отримують внаслідок виготовлення та вимірювання розмірів виробів. З визначення випливає, що похибки засобів вимірювання входять до результатів вимірювань істинних розмірів. Ці розміри можуть мати різні значення для кожного з виготовлених виробів і залежно від того, перебувають вони чи не перебувають у допускних межах, вироби належать відповідно до придатних чи бракованих. Якщо істинний розмір виявився таким, що за допомогою додаткового оброблення можна ще отримати заданий розмір, то такі браковані вироби вважають непридатними і повертають виробнику на виправлення, якщо ж — ні,

то їх відносять остаточно до непоправних і списують у витрати виробництва.

6.3. Графічне зображення розмірів, їх відхилень і допусків

Розглянемо умовну схему розмірів отвору та вала з їх відхиленнями (рис. 6.2). Для наочності зображення номінальних, граничних розмірів та їх відхилень наведені у різних масштабах (для розмірів — менші, а для відхилень — більші). Окрім цього, початок відліку для всіх розмірів зводять до однієї лінії, а номінальні розміри зображають тільки нульовою лінією. Номінальний, найбільший та найменший допускні розміри для отворів позначають як D , D_{\max} і D_{\min} , а для вала — відповідно як d , d_{\max} і d_{\min} . Значення верхнього та нижнього відхилень для розміру отвору позначають відповідно як ESD та EID а для розміру вала — як esd та eid . *Основним* називають відхилення, яке є ближчим до номінального розміру (нульової лінії), а *істинним* — відхилення, отримане у результаті виготовлення та вимірювання розміру. Воно є алгебричною різницею між істинним і номінальним розмірами.

Різниці між найбільшими та найменшими розмірами чи верхніми та нижніми відхиленнями називають *допусками розмірів* отвору та вала і позначають відповідно як TD і Td . З рис. 6.2 видно, що

$$D_{\max} = D + ESD \quad (6.1)$$

$$D_{\min} = D + EID \quad (6.2)$$

$$d_{\min} = d + esd \quad (6.3)$$

$$d_{\max} = d + eid, \quad (6.4)$$

а допуски розмірів отвору та вала

$$TD = D_{\max} - D_{\min} = (D + ESD) - (D - EID) = ESD - EID, \quad (6.5)$$

$$Td = d_{\max} - d_{\min} = (d + esd) - (d + eid) = esd - eid. \quad (6.6)$$

Відповідно для розмірів, зображених на рис.6.1, значення допусків: $+0,036 - (+0,015) = 0,021$ мм — для розміру $\varnothing 20$; $0 - (-0,07) = 0,07$ мм — для розміру 16 мм; $+ 0,027 - (-0,027) = 0,054$ мм — для розміру 100 мм; $+ 0,2 - (-0,2) = 0,4$ мм — для розміру 15; $+ 0,5 - (-0,5) = 1,0$ мм — для розміру 1 мм і $+2^{\circ}18' - (-2^{\circ}18') = 4^{\circ}36'$ — для розміру 45° .

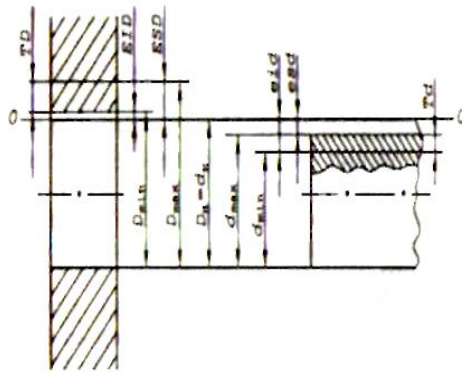


Рис. 6.2.

Розміри, які більші від номінальних (над нульовою лінією), мають знак “+”, а всі розміри, менші від номінальних (під нульовою лінією), мають знак “-”. Усі відхилення розмірів, що не дорівнюють нулю, завжди мають відповідний знак “+” чи “-”, тому на рисунках біля кожного значення відхилення розмірів

ставлять відповідні знаки, а допуск розміру, що є різницею найбільшого та найменшого розмірів (чи відхилень) є додатною величиною. Біля значення допусків знаків не ставлять.

Для наочності і спрощення на схемах розмірів та їх відхилень часто зображають тільки нульову лінію і поля допусків розмірів малюють як прямокутники та заштриховують для розмірів отворів у один бік, а для розмірів валів — у другий. Усі відхилення та допуски на одному рисунку роблять у довільному, але одному масштабі. Така схема полів допусків для отворів і валів для розміру 50 зображена на рис. 6.3.

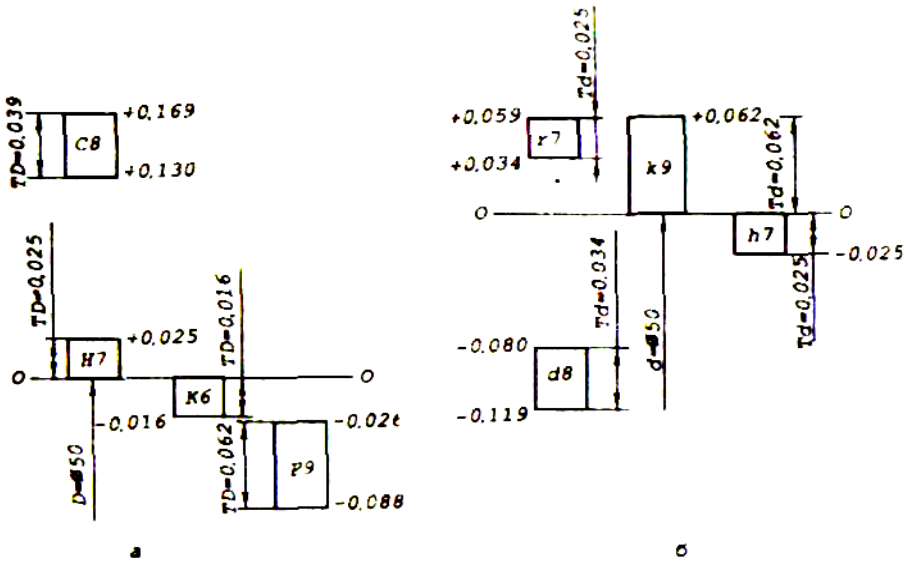


Рис. 6.3.

Приклад. Для заданих на рис. 6.3, а і б полів допусків розрахувати отвір з найбільшими граничними розмірами та вал з найменшими граничними розмірами.

Розв'язання. Найбільші граничні розміри матиме отвір, поле допуску якого розміщене найвище над нульовою лінією. Цій умові відповідає поле допуску з відхиленнями +0,130 і +0,169, а допускні розміри зазначеного отвору такі:

найменший $050 + 0,130 = \text{Ø}50,130$ мм і найбільший $\text{Ø}50 + 0,169 = \text{Ø}50,169$ мм. Відповідно найменші граничні розміри матиме вал, поле допуску якого найнижче від нульової лінії. Таке поле допуску має відхилення - 0,080 і - 0,119, а допускні розміри вала такі: найменший $\text{Ø}50 + (-0,119) = \text{Ø}49,881$ мм і найбільший $\text{Ø}50 + (-0,080) = \text{Ø}49,920$ мм.

6.4. Загальна характеристика з'єднань робочих поверхонь деталей

Як відомо, з'єднання деталей можуть забезпечувати відповідне їх відносно вільне переміщення або нерухомість. Все залежить від того, розмір якої з поверхонь отвору чи вала є більшим. Якщо розмір поверхні отвору більший від розміру поверхні вала, між ними буде відповідний проміжок, який забезпечує можливість їх взаємного переміщення. Цей проміжок, згідно з ДСТУ 2500-94 називають *зazorом*. У разі більшого розміру поверхні вала від поверхні отвору з'єднати між собою такі деталі можна, тільки приклавши певне зусилля, наприклад шляхом

запресування чи використання температурного розширення матеріалів деталей (відповідно нагріваючи деталь з отвором чи охолоджуючи вал). Таке з'єднання буде нерухомим. Згідно з ДСТУ 2500-94, рухомі з'єднання називають *з'єднаннями з зазором*, а нерухомі — *з'єднаннями з натягом*. Величина проміжку чи натягу між робочими поверхнями визначає ступінь свободи відносного переміщення деталей чи ступінь опору цьому переміщенню.

Ще є з'єднання, які залежно від випадкових значень розмірів з'єднуваних поверхонь у межах допускних значень їх розмірів можуть бути рухомими чи нерухомими. Поля допусків отвору та вала змішаного з'єднання, яке, залежно від розмірів робочих поверхонь з'єднуваних деталей, може бути рухомим чи нерухомим, перекриваються. Згідно з ДСТУ 2500-94, таке з'єднання називають *з'єднанням з перехідною посадкою*.

Для оцінки точності з'єднань інколи використовують суму допусків розмірів обох з'єднуваних поверхонь, які, згідно з ДСТУ 2500-94, називають *допуском посадки*.

З метою уніфікації з'єднань у стандартах рекомендовані до використання так звані система отвору та система вала. *Системою отвору* називають такий набір з'єднань, де за основне приймають поле допуску отвору, а поле допуску вала добирають залежно від заданого характеру з'єднання (рис.6.4,а). Для такої

системи за нижнє відхилення розміру отвору здебільшого приймають нуль.

Системою вала називають такий набір з'єднань, де за основне приймають поле допуску вала, а поле допуску отвору добирають залежно від заданого характеру з'єднання (рис. 6.4,б). Для такої системи за верхнє відхилення розміру вала здебільшого мають нуль. Основне відхилення вала добирають залежно від заданого характеру з'єднання.

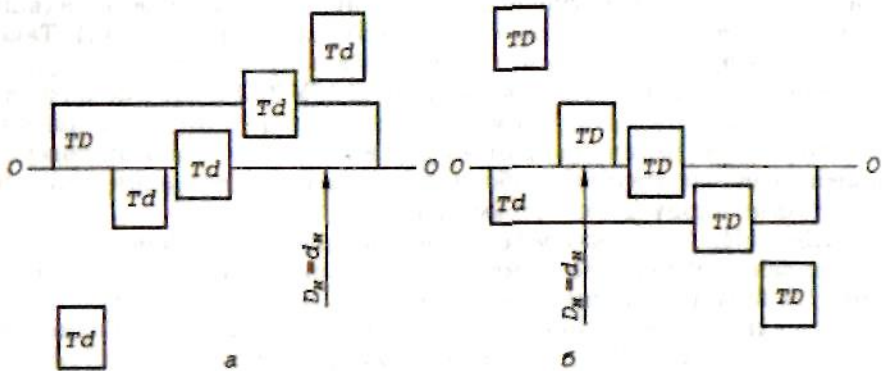


Рис. 6.4.

Система отвору характерна тим, що для багатьох з'єднань з однаковим номінальним розміром отвори мають однакові граничні розміри, а вали переважно — різні відхилення для кожного зі з'єднань. Це дає змогу значно зменшити трудомісткість і вартість оброблення різанням заготовок, оскільки меншою є потрібна кількість мірних різальних інструментів (свердл, розверток, зенкерів тощо), якими обробляють

внутрішні поверхні, а значна кількість розмірів зовнішніх поверхонь відповідно до кількості з'єднань за їх характером не зумовлює відповідної кількості різальних інструментів, оскільки зовнішні поверхні різних розмірів переважно обробляють обмеженою кількістю універсальних чи уніфікованих різальних інструментів (різців, фрез, шліфувальних кругів тощо). Окрім цього оброблення зовнішньої поверхні здебільшого має меншу трудомісткість, ці поверхні доступніші. Тому система отвору, як економічніша, стала більш поширеною.

Графічно для з'єднань малюють схему з двома полями допусків, відповідно для розмірів отвору та вала зі спільною нульовою лінією.

6.5. Поняття про одиницю допуску й квалітет точності

Відповідно до чинних стандартів (ГОСТ 25346-82), для визначення допусків розмірів введено поняття одиниці допуску та квалітету точності. *Одиницею допуску* називають множник чи коефіцієнт, що є функцією величини номінального розміру. Кількість одиниць допуску, яка визначає допуск розміру, називають *квалітетом точності розміру*. Квалітет точності визначає сукупність допусків однакового ступеня точності для всіх номінальних розмірів. Тому значення допуску будь-якого розміру

$$T = 0,001 i k, \quad (6.7)$$

де i - значення одиниці допуску, мкм; k - кількість одиниць допуску.

Значення одиниці допуску визначають за допомогою залежностей, які були встановлені експериментально, відповідно

$$i = 0,45 \dots D + 0,001D, \quad (6.8)$$

для номінальних розмірів зі значеннями до 500 мм

$$i = 0,004 D + 2,1,$$

для номінальних розмірів зі значеннями понад 500 до 10 000 мм,

де D - номінальне значення розміру, мм.

Отже, меншій кількості одиниць допуску відповідає вища точність розміру, а більшій кількості одиниць допуску – нижча точність розміру. У системі ISO встановлено 20 квалітетів точності, які позначають у порядку зменшення точності розмірів від 01 до 18.

Допуск розмірів позначають двома буквами IT або скорочено T (від англійського *tolerans*) разом з номером квалітету точності, наприклад $IT01(T01)$, $IT7(T7)$, $IT12(T12)$ тощо.

6.6. Добір допусків розмірів і характеру з'єднань

Значення допусків розмірів і характер з'єднань зумовлюють відповідну трудомісткість і вартість їх отримання. Що менший допуск розміру поверхні, то більша трудомісткість і вартість її отримання. З іншого боку, трудомісткішими та дорожчими є нерухомі з'єднання. Оптимальні рішення під час добору величин допусків і характеру з'єднань знаходять різними методами. Найпоширенішим є *метод аналогів (прецедентів)*, що полягає у пошуку аналогічних рішень в інших виробках машинобудування, які уже

тривалий час використовуються. Конструктори та технологи під час конструювання виробів (вузлів, деталей), добираючи допуски розмірів робочих поверхонь деталей та характер з'єднань (як і матеріали, способи отримання виробів) аналогічні до уже випробуваних протягом тривалого часу, страхують себе від прийняття хибних рішень, економлять матеріальні й трудові ресурси, потрібні для розроблення та експериментальних досліджень, скорочують термін отримання результату. Наприклад, правильно дібрати допуск та характер з'єднань для вузла поршень — циліндр у компресорах чи двигунах внутрішнього згорання чи кільце — кулька — кільце у підшипниках кочення було б дуже складно, якби не використовували значний досвід виготовлення та експлуатації аналогічних виробів машинобудування, які уже давно виготовляють у масовому виробництві. Метод аналогів для таких задач безальтернативний і часто служить для перевіряння інших методів, теоретичних розрахунків і досліджень.

Як розвиток методу аналогів також часто застосовують *метод подібності*, який полягає у використанні результатів класифікації виробів машинобудування за конструктивними та експлуатаційними ознаками, що містяться у довідковій літературі, галузевих, фірмових рекомендаціях. За цим методом спочатку шукають аналогію конструктивних ознак та умов експлуатації проектного виробу у літературі і відповідно знаходять потрібні рішення. Відмінністю цього методу

від попереднього є те, що замість реального виробу, який перебуває у довгостроковій експлуатації, шукають потрібний аналог у довідковій літературі. Недоліком зазначеного методу є те, що конструктивні та експлуатаційні ознаки переважно подають у якісних, а не кількісних показниках. Недоліком обох методів є часткова суб'єктивність рішень.

Не має перелічених недоліків *розрахунковий метод*, що полягає у розрахунку оптимальних значень параметрів з'єднань з урахуванням альтернативності між рівнем якості виробів і трудомісткістю їх виготовлення. Беручи до уваги значні обсяги виконаних раніше теоретичних і експериментальних досліджень, наявність довідкової літератури, методів і засобів обчислювальної техніки, можна сподіватися на отримання достовірних результатів. Деякі труднощі виникають при встановленні показників надійності та довговічності виробів. Під час використання найвідповідальніші деталі виробів здебільшого спрацьовуються, що зумовлює вихід показників якості виробів за допускні межі. Часто відмови виробів у процесі їх експлуатації спричинені не поломками, а поступовим зниженням працездатності окремих вузлів, елементів, зумовлених спрацюванням робочих поверхонь деталей. Крім цього, під час проектування виробів беруть до уваги неоднорідність матеріалів, їх фізичні властивості, можливі перевантаження, недостатню точність значень довідкових даних, методів розрахунку, коефіцієнтів запасу тощо.

Розраховуючи міцність виробів та інші показники їх якості, беруть до уваги не конструкторські, а технологічні допуски, які переважно є меншими від конструкторських і забезпечують так званий технологічний запас працездатності виробів. Залежно від відповідальності вузла чи окремого елемента виробу технологічні допуски становлять від 40 до 95% конструкторських. Аналогічно добирають і характер з'єднань для робочих поверхонь. Для рухомих з'єднань, враховуючи, що робочі поверхні спрацьовуються і відповідно змінюється характер з'єднання, допуски розмірів обох контактних поверхонь з'єднаних деталей виробів добирають відповідно до якості та стану окремих деталей (матеріалів, твердості, шорсткості тощо).

Для нерухомих з'єднань, у яких розміри валів мають бути більшими, ніж розміри отворів, запас міцності створюють, добираючи відхилення розмірів так, щоб задовольнити умову передавання заданих силових навантажень і якомога менше навантажувати відповідальні деталі, враховуючи їх можливу втому, зміну фізичних властивостей, додаткові похибки контрольно-вимірювальних засобів, зумовлені зміною зовнішніх факторів (температури, вологості, магнітного поля тощо).

У розрахунках іноді користуються так званим *коефіцієнтом запасу точності окремої поверхні*, який визначають за допомогою відношення допускної

похибки розміру поверхні виробу наприкінці терміну експлуатації до похибки розміру поверхні нової деталі

$$K_T = (T_F / T_K), \quad (6.9)$$

де K_T - коефіцієнт запасу точності, T_F і T_K - відповідно допуски наприкінці терміну експлуатації та конструкторський, мм. Наприклад, якщо радіальне биття шпинделя нового оброблювального верстата дорівнює 0,005 мм, а допускове биття його перед ремонтом - 0,010 мм, то $K_T = T_F / T_K = 0,010 / 0,005 = 2$.

Для рухомих з'єднань цей коефіцієнт визначають як

$$K_T = (TS_F / TS), \quad (6.10)$$

де TS_F і TS відповідно суми допусків розмірів наприкінці експлуатації та конструкторський, мм.

Лекція № 7

Методи, види та засоби вимірювання

7.1. Загальні поняття, терміни. Визначення

Метрологія (з грецької — вчення про міри) — це галузь фізики, основним завданням якої є вивчення методів і засобів вимірювань, розроблення систем одиниць фізичних величин, їх відтворення, оцінки похибок вимірювання, передавання значень одиниць фізичних величин (ФВ) від еталонів до робочих засобів вимірювання та контролю. З кінця XIX ст. метрологія перетворилася з описової в експериментальну науку. Сьогодні вона охоплює всі види вимірювань (механічних, електричних, теплових, світлових, акустичних, іонізаційних тощо). Вимірювання — це відображення ФВ у їх значеннях внаслідок експериментів та обчислень.

Широка стандартизація методів і засобів вимірювання дала змогу створити системи національних (державних) і міжнародних організацій та установ, які забезпечують і контролюють єдність вимірювання для всіх країн, що є членами перелічених організацій та установ.

До 1917 р. Україна була частиною Російської імперії, а до 1991 р. — республікою у складі СРСР та керувалась переважно її метрологічним законодавством. В УРСР головною метрологічною установою був Харківський інститут мір і вимірювальних приладів, організований у 1932 р. на базі Української головної палати мір і ваг, а вимірюванням частоти, акустичних, гідроакустичних і радіовипромінювань займався Харківський науково-дослідний інститут фізико-технічних і радіо-технічних вимірювань.

Обласні та міжобласні державні контрольні лабораторії, реорганізовані у Центри метрології, стандартизації та сертифікації, покликані сьогодні забезпечувати єдність мір і вимірювальних приладів. У 1998 р. прийнято Закон України “Про метрологію та метрологічну діяльність”, який визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань, регулює суспільні відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист інтересів громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

Будь-яку ФВ вимірюють за допомогою технічних засобів. Внаслідок вимірювання отримують значення фізичної величини

$$Q = qU, \quad (7.1)$$

де Q - результат вимірювання ФВ, q - кількість одиниць ФВ, U - одиниця ФВ.

Вимірюванням називають процес порівняння ФВ з ФВ, прийнятою та затвердженою компетентним органом як еталон одиниці. Вимірювання — це відображення ФВ їх значеннями шляхом експерименту та обчислень із застосуванням спеціальних технічних засобів. Значення ФВ, яке ідеально відображає певну властивість об'єкта, називають *істинним*, а визначене за допомогою експерименту — *умовно істинним*. Часто немає необхідності визначати істинне значення ФВ, наприклад, під час контролю відповідності невідомої ФВ граничним значенням (розмірам, масам тощо). Для цього достатньо визначити знаходження заданої ФВ у середині області T , наприклад, у межах між граничними її значеннями.

Прикладом таких засобів контролю лінійних і кутових величин є нормальні та граничні калібри, шаблони, пристрої для сортування виробів за розмірами заданих поверхонь, маси тощо.

Нормативною основою метрологічного забезпечення єдності вимірювання є міжнародна система одиниць SI та стандарти єдиної системи метрології (ДСТУ 3651-97; ДСТУ 2682-94). Є сім *основних одиниць* ФВ у системі SI, для довжини — метр (м), маси — кілограм

(кг), часу — секунда (с), сили електричного струму — ампер (А), термодинамічної температури — кельвін (К), сили світла — канделла (кд) і кількості речовини — моль (моль). *Додатковими одиницями SI* є радіан (рад) і стерадіан (ср), призначені для вимірювання відповідно плоского та тілесного кутів.

Похідні одиниці SI отримують за допомогою рівнянь зв'язку між ФВ. Наприклад, одиницею сили є ньютон (Н), який дорівнює $\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-2}$; одиницею тиску є паскаль (Па), який дорівнює $\text{Н} \cdot \text{м}^{-2}$ тощо.

Для позначення кратних (помножених на 10 у степені цілих додатних чисел) і часткових (поділених на 10 у степені цілих додатних чисел чи помножених на 10 у степені цілих від'ємних чисел) долучають такі префікси до основних одиниць: екса (Е) — 10^{18} ; пета (П) — 10^{15} ; тера (Т) — 10^{12} ; гіга (Г) — 10^9 ; мега (М) — 10^6 ; кіло(к) — 10^3 ; гекто — 10^2 ; дека(д) — 10^1 ; санти(с) — 10^{-1} ; мілі(м) — 10^{-2} ; мікро (мк) — 10^{-3} ; нано (н) — 10^{-9} ; піко (п) — 10^{-12} ; фемто (ф) — 10^{-15} ; атто (а) — 10^{-18} . Наприклад, одна тисячна частка метра є 1 мм, а одна мільйонна частка метра — 1 мкм.

Під єдністю вимірювання розуміють такий стан, за якого результати виражені в узаконених одиницях вимірювання, а похибки вимірювання не виходять за встановлені межі.

Контролем називають процес порівняння, метою



Рис. 7.1.

якого є визначення відповідності виробів заданим параметрам. Виріб вважають придатним, якщо його контрольований параметр перебуває у межах допускних граничних величин. Результатом контролю є тільки якісна оцінка виробу, а не кількісна, яку можна отримати лише внаслідок вимірювання.

Державна метрологічна система (рис. 7.1) зобов'язана забезпечувати єдність вимірювань у державі та спрямована на реалізацію єдиної технічної політики в галузі метрології; захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань; економію всіх видів матеріальних ресурсів; підвищення рівня фундаментальних досліджень і наукових розробок; забезпечення якості й конкурентоспроможності вітчизняної продукції; створення науково-технічних, нормативних та організаційних основ забезпечення єдності вимірювань.

7.2. Методи та види вимірювань

Метод (з грецької — спосіб викладу) — це спосіб, прийом чи система прийомів для досягнення будь-якої мети або виконання певної людської діяльності. Методика вимірювання — це сукупність процедур і правил, виконання яких забезпечує одержання результатів вимірювання із заданою точністю. Завдяки методам вимірювання отримують точну кількість заданої ФВ. Для лінійних і кутових розмірів методи вимірювання забезпечують точне відтворення кількості стандартних одиниць, що містяться у заданих розмірах виробів. Залежно від фізичних явищ і законів, які

використовують для досягнення мети вимірювання ФВ, розрізняють механічні, оптичні, пневматичні, електричні, лазерні, оптико-механічні, електро-механічні методи вимірювання. На їх основі побудовано багато засобів вимірювання та розроблені способи їх використання.

Розрізняють такі види вимірювання: прямі, посередні (непрямі), абсолютні, відносні, контактні, безконтактні, сукупні та сумісні. *Прямими* називають такі вимірювання, які за допомогою експериментів дають змогу отримувати істинні значення ФВ. За *посередніми* вимірюваннями значень ФВ розраховують її на підставі залежності від інших ФВ, отриманих прямим вимірюванням. Наприклад, прямо вимірюють діаметри обох основ рівнобічної трапеції та її висоту, а кутовий розмір цієї трапеції розраховують за допомогою геометрично-тригонометричної формули, що зв'язує її розміри.

Абсолютні вимірювання полягають у прямому вимірюванні абсолютних значень заданих ФВ, а *відносні вимірювання* — у вимірюванні різниці чи відношення між заданою та однойменною ФВ, значення якої близьке до невідомої ФВ та відоме із заданою точністю. Наприклад, за допомогою металевого метра у машинобудуванні прямо вимірюють розміри переважно до 1000 мм, а в будівництві будинків та інших споруд вимірюють довжину брусів, дощок, стін довжиною навіть до кількох метрів, але у разі значної кількості

вимірюваних виробів із заданою точністю вимірюють тільки один з них (заготовку, деталь, брус, дошку тощо), який потім використовують як допоміжну міру відомого розміру, а усі інші вироби, що повинні мати такий самий чи дещо більший (менший) розмір, виготовляють за допомогою цієї допоміжної міри. Різницю між розмірами заготовлюваних предметів та допоміжною мірою вимірюють металевим (переважно складеним) метром.

У машинобудуванні відносні вимірювання розмірів здійснюють за допомогою універсальних вимірювальних приладів, що дають змогу порівнювати близькі за значенням розміри, один з яких відомий. Часто за відому ФВ для відносних вимірювань беруть кінцеві міри (лінійних чи кутових розмірів) та блоки, складені з них. Це дає змогу забезпечувати високу точність вимірювання та продуктивність праці. Шкала вимірювання таких приладів може бути достатньо малою, а прилад може мати велику чутливість і точність. Цей вид вимірювання дуже поширений також у електричних вимірюваннях електричних і неелектричних ФВ. На його основі побудовано чимало так званих компараторів, (вимірювальних, реєстраційних і регулювальних приладів).

Сукупними називають вимірювання двох і більше однойменних ФВ, а *сумісними* — вимірювання двох і більше різнойменних ФВ, значення яких знаходять шляхом розв'язування системи умовних рівнянь.

Компенсаційний (нульвий) метод вимірювання полягає у порівнянні двох чи більше однойменних (переважно електричних) сигналів, наприклад, спаду напруг на змінних резисторах, величину опору одного з яких за допомогою шкали задають залежно від вимірюваної ФВ (лінійного чи кутового розмірів, температури, тиску тощо), а величину другого отримують за допомогою перетворювача залежно від вимірюваної ФВ.

Різницю обох сигналів подають на вхід підсилювача електричних сигналів, який залежно від полярності отриманого сигналу певним механізмом змінює у той чи інший бік значення сигналу перетворювача (наприклад, опір змінного резистора) до моменту рівноваги обох електричних сигналів. Тоді на вході підсилювача буде нульовий сигнал, а вимірювану величину можна визначити за показами індикатора чи шкали змінного (зразкового) резистора. За цим принципом дії побудовані так звані автоматичні резистивні потенціометри та мости.

Прикладами сукупних вимірювань може бути одночасне вимірювання перпендикулярності, площинності, ексцентриситету, овальності, конусності, огранення гладкої циліндричної поверхні, а сумісних — вимірювання радіального биття торцевої чи циліндричної поверхонь, на яке впливають перелічені параметри.

Контактний спосіб полягає у безпосередньому контакті робочих поверхонь вимірювального засобу з

вимірюваною поверхнею, а *безконтактний* — у відсутності такого контакту. Наприклад, вимірювання за допомогою оптичних проекторів і мікроскопів, де вимірюють переважно збільшене зображення (проекцію) виробу на екрані проектора чи на тині в окулярі мікроскопа, належать до безконтактних способів вимірювання чи контролю.

Прямі та посередні вимірювання з однократними спостереженнями належать до звичайних, з багатократними — до статистичних.

7.3. Засоби вимірювальної техніки

Засобом вимірювальної техніки (ЗВТ) називають технічний засіб, який має нормовані метрологічні характеристики. *Метрологічними* вважають характеристики, від яких залежить точність отримуваних результатів вимірювань; вони регламентовані стандартами.

Розрізняють такі ЗВТ: міри (та їх набори), вимірювальні перетворювачі, прилади та системи.

Міра — це ЗВТ, призначений для відтворення ФВ заданого розміру (однозначна міра) або ряду розмірів (багатозначна міра). *Набір мір* — це комплект мір, які можуть використовуватись кожна зокрема та у різних комбінаціях (блоках) для відтворення заданих розмірів ФВ (наприклад, набір кінцевих мір лінійних чи кутових розмірів, магазин опору, ємності тощо).

Вимірювальний перетворювач — це ЗВТ, призначений для перетворення вхідного вимірюваного сигналу на вихідний сигнал, зручний для подальшого

використання (перетворення, оброблення, зберігання тощо), але не для безпосереднього сприймання спостерігачем. *Вимірювальний прилад* — це ЗВТ, вихідний сигнал якого придатний для безпосереднього сприймання спостерігачем.

Вимірювальна система — це сукупність ЗВТ і допоміжних пристроїв, з'єднаних між собою та придатних для використання, сприймання, оброблення, передавання.

Результати вимірювань виражають у стандартних одиницях ФВ із заданою точністю. За точністю відтворення, передавання та зберігання одиниць ФВ ЗВТ поділяють на еталони, зразкові та робочі ЗВТ.

Еталон — це ЗВТ з найвищою точністю, що забезпечує відтворення та зберігання одиниці ФВ та передавання її іншим ЗВТ з меншою точністю. *Первинний еталон* забезпечує найвищу точність. *Державним і міжнародним* називають еталони, затверджені як такі. *Робочими еталонами* називають ті, що призначені для перевіряння чи калібрування ЗВТ.

Зразковими засобами вимірювання називають ті, які прийняті та затверджені для контролю точності інших засобів вимірювання. *Робочі засоби вимірювання* використовують для вимірювань ФВ в умовах проведення експериментів у науці, техніці та виробництві, вони не служать для перевіряння інших ЗВТ.

Тип засобу вимірювальної техніки — це сукупність ЗВТ однакового призначення, які мають однакові принципи дії та конструкцію, виготовлені за однією й тією ж

технічною документацією, наприклад, деякі кінцеві міри та їх набори для лінійних і кутових розмірів. Засобами вимірювальної техніки можуть бути як прості за конструкцією штрихові лінійки чи бруски, так і складні вимірювальні прилади чи системи.

Для вимірювання лінійних розмірів засобами вимірювальної техніки є: міжнародний еталон метра, що зберігається в Парижі, державний еталон метра в Україні, кінцеві міри довжини, вимірювальні прилади та системи. Для вимірювання кутових розмірів, які становлять окремі частини повного кутового розміру 2π радіан (360°), служать державні та робочі кінцеві міри кутових розмірів і вимірювальні прилади та системи.

Атестації, передавання значень одиниць ФВ від вищих до нижчих засобів вимірювання регламентовані відповідними державними стандартами.

Перевірянням ЗВТ називають визначення їх придатності до застосування на підставі результатів контролю їх метрологічних характеристик. Переверянню підлягають засоби, на які поширюється державний метрологічний нагляд.

Калібруванням ЗВТ називають контроль метрологічних характеристик засобів, на які не поширюється державний метрологічний нагляд.

Метрологічною атестацією ЗВТ називають дослідження з метою визначення їх метрологічних характеристик і встановлення придатності цих засобів

до застосування. Атестації також підлягають методи здійснення вимірювань і вимірювальні лабораторії.

Будь-який засіб вимірювання, включно з ввезеним з-за кордону, підлягає державній метрологічній атестації, калібруванню у вимірювальній лабораторії, яка успішно витримала відповідну акредитацію та отримала на це право. Після цього ЗВТ заносять до Державного реєстру і вважають допущеним до застосування в Україні.

На побутові ЗВТ державний метрологічний контроль не поширюється, а список їх узгоджується з Держстандартом України.

Порядок і правила передавання розміру одиниць ФВ від еталонів до ЗВТ нижчих розрядів точності встановлені державними стандартами для кожної зокрема.

Мірами можуть бути фізичні тіла, речовини чи засоби, призначені для відтворення одиниць вимірювання ФВ чи їх кратних і часткових значень. Міри поділяють на однозначні та багатозначні. *Однозначні міри* відтворюють тільки одне значення ФВ. Наприклад, гирі (тягарці), кінцеві міри лінійних розмірів, вимірювальні пробірки, нормальні елементи ЕРС, резистори тощо. Для зручності користування їх комплектують у набори мір.

Багатозначні міри дають змогу відтворювати не одне, а кілька значень одиниць ФВ. Наприклад, штрихові лінійки, електричні конденсатори змінної ємності, варіометри індуктивності тощо.

Зразкові речовини можуть відтворювати одиниці ФВ у заданих умовах. Наприклад, так звані реперні точки (сталі температури) отримують в умовах переходу речовини з одного стану в інший: 1063°C — точка плавлення золота; $960,8^{\circ}\text{C}$ — точка плавлення срібла; $444,6^{\circ}\text{C}$ — точка плавлення сірки; 100°C температура пароутворення у воді; 0°C — потрійна точка води, пари та льоду; $-182,97^{\circ}\text{C}$ — точка кипіння кисню тощо.

З метою забезпечення єдності вимірювань для кожної з одиниць ФВ прийнята єдина схема її передавання від еталонів до зразкових і робочих ЗВТ.

7.4. Штрихові та кінцеві міри лінійних і кутових розмірів

Штрихові міри — це металеві лінійки, на які нанесені позначки відліку та числа. Для кутових розмірів штриховими мірами є кутомірні транспортири, у яких позначки з числами відліку нанесені на їх радіусному боці. Відстані між сусідніми позначками відповідають встановленим одиницям вимірювання лінійних чи кутових розмірів. Штрихові міри бувають зі сталим і змінними значеннями.

Міри з одним значенням одиниці вимірюваної величини відтворюють одне її значення. Наприклад, штриховий зразковий метр з двома рисками (початку і кінця) або кутник з одним кутовим розміром (90° ; 60° ; 45° ; 30°) відтворюють тільки по одному розміру.

Штрихові міри з багатьма значеннями отримали широке застосування, наприклад, штрихові металеві

лінійки з рисками через кожний міліметр або плоскі кутоміри з рисками через кожний градус. Усі ці міри дають змогу відтворювати багато значень одиниці вимірювання. Штрихові міри поділяють на зразкові та робочі.

Кінцеві міри довжини (ГОСТ 9038-90) — це однозначні міри, призначені для відтворення одиниці довжини, налагодження універсальних засобів для відносних вимірювань та перевіряння засобів вимірювання. Найбільш поширені кінцеві міри, що мають форму прямокутних плиток чи циліндричних стержнів, з двома плоскими та паралельними між собою робочими поверхнями (рис. 7.2, а і б).

Номинальний розмір (рис. 7.2, в) між зазначеними поверхнями маркують переважно на бічних неробочих поверхнях (кінцеві міри з малими розмірами неробочих поверхонь як виняток маркують на робочих поверхнях). Кожна кінцева міра довжини відтворює тільки один лінійний розмір, наприклад 1,005; 1,01; 1,02; 2; 5; 100 мм тощо.

Точність відтворення одиниці довжини за допомогою кінцевих мір значно вища за точність вимірювальних приладів. Плитки під дією молекулярних сил притягання мають здатність прилипати одна до одної, що дає змогу легко складати їх у блоки по кілька штук для отримання заданих розмірів блока. З метою забезпечення високої точності розмірів блоків рекомендують добирати їх так, щоб кількість плиток в одному блоку не перевищувала п'яти.

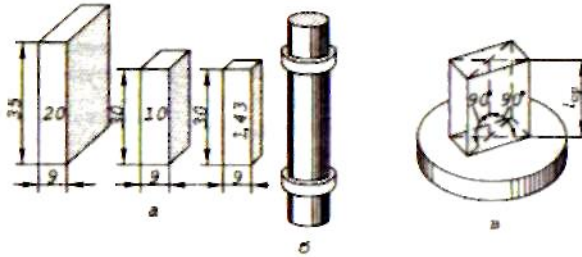


Рис. 7.2.

Виготовляють плитки як поштучно, так і цілими комплектами, у які входять плитки з такими розмірами, щоб за допомогою кількох плиток (кількість їх має бути якомога меншою) дібрати будь-який розмір у заданих межах із заданою точністю. Наприклад, набір із 94 плиток дає змогу добирати будь-який розмір від 1 до 250 мм з градацією через кожні 0,005 мм, а додавання до цього додаткового набору із двадцяти плиток дає змогу зменшити градацію розмірів блоків до 0,001 мм.

Крім основних розмірних плиток у їх комплекти додають ще дві чи чотири захисні плитки з однаковими розмірами 1 і 2 мм, які забезпечують захист основних плиток від спрацювання їх робочих поверхонь. Захисні плитки, що мають однакові розміри та виготовляються серійно у значних кількостях, своєчасно можна замінити новими та дешевими плитками.

Порядок добирання плиток у блоки рекомендують починати від плитки з найменшою градацією.

Наприклад, для розміру блока 122,372 мм спочатку беруть плитку з розміром 1,002. Маючи в залишку розмір 121,37 у наборі можливими є кілька варіантів добирання плиток. Взявши з наявних у наборі плитку 1,37, отримують в залишку розмір 120 мм, який можна скласти з плиток 20 і 100.

Точність плоско-паралельних плиток, як часто називають кінцеві призматичні міри, оцінюють за точністю їх розмірів, допускними відхиленнями від площинності та паралельності їх робочих поверхонь (табл. 2.1.1).

Окрім зазначених у таблиці класів точності кінцевих мір, стандарти передбачають виготовлення мір вищої точності, наприклад класу 00, які через високі вимоги до їх точності спеціально не виготовляють, а добирають із наявних серед виготовлених у масовому (серійному) виробництві плиток, перелічених у таблиці класів точності. Для плиток, що тривалий час перебувають в експлуатації, у разі необхідності беруть плитки нижчих (4 та 5) від наведених у таблиці класів точності.

Залежно від точності атестації, кінцеві міри поділяють на п'ять розрядів точності, що дає змогу без спеціального виготовлення плиток вищих класів точності, які мають відповідно вищу вартість, підвищувати точність відтворення одиниці довжини за допомогою серійно виготовлених стандартних плиток. Для полегшення складання блоків кінцевих мір використовують спеціальні струбцини та стяжні

пристрої, а в окремих плитках зі значною масою роблять спеціальні отвори, що служать для їх прикріплення одна до одної.

Таблиця 7.1.

Допускні відхилення довжини та паралельності кінцевих мір довжини різних класів точності

| Клас точності | Допускні відхилення довжини, мкм | Допускні відхилення плоскості та паралельності, мкм |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|
| 0 | $\pm(0,1 + 2L)^*$ | $\pm(0,09 + 0,25L)$ |
| 1 | $\pm(0,2 + 3,5L)$ | $\pm(0,16 + 0,40L)$ |
| 2 | $\pm(0,5 + 5L)$ | $\pm(0,30 + 0,70)$ |
| 3 | $\pm(1,0 + 10L)$ | $\pm(0,30 + 0,70L)$ |
| * L – номінальна довжина міри, м. | | |

Кінцеві міри кутових розмірів (ГОСТ 2875-88) служать для налагодження та атестації ЗВТ, а також для контролю кутових розмірів виробів. Відповідно до чинних стандартів виготовляють такі кінцеві міри кутових розмірів: з одним робочим кутом і зрізаною вершиною (тип I); з одним робочим кутом (тип II, рис. 7.3, а); з чотирма кутовими розмірами та нерівномірним кутовим кроком (III, рис. 7.3, б), з шістьма робочими кутами та нерівномірним кутовим

кроком (IV, рис. 7.3, в) та з восьми робочими кутами та рівномірним кроком (V).

Кінцеві міри кутових розмірів виготовляють поштучно та цілими наборами з різною кількістю мір, наприклад набір №1 складений із 93 мір, №2 — із 33. Міри мають здатність притиратися одна до одної, але, з огляду на вимогу точного збігання вершин їх кутових розмірів і часту потребу складання їх у блоки з різним напрямком вершин кутових розмірів, для складання блоків кутових розмірів застосовують спеціальні затискні пристрої, держакі, допоміжні лінійки тощо.

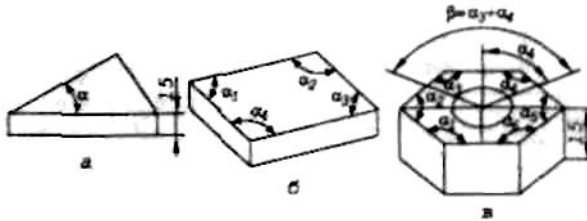


Рис. 7.3.

Залежно від заданої точності виготовляють кінцеві міри кутових розмірів чотирьох класів точності: 00; 0; 1 і 2. Як і у разі кінцевих мір лінійних розмірів, через високі вимоги до точності мір класу 00 їх спеціально не виготовляють, а добирають із наявних серед виготовлених у масовому (серійному) виробництві мір нижчих класів точності.

З метою забезпечення високої стійкості кінцеві міри лінійних і кутових розмірів виготовляють зі сталей

марок Х, ХГ, ШХ15 (з гартуванням до твердості HRC62-65), а також з оптичного скла марок К8, ЛК7 і топленого кварцу.

7.5. Класифікація вимірювальних приладів і перетворювачів

Розрізняють аналогові, цифрові, показувальні, реєструвальні (самописні, друкувальні), інтегрувальні та комбіновані вимірювальні прилади.

До *аналогових* належать вимірювальні прилади, покази яких є безперервною функцією зміни вимірюваної ФВ, а до *цифрових* — прилади, що видають дискретні сигнали вимірюваної інформації у цифровій формі.

Реєструвальними називають прилади, які дають змогу заносити вимірювану інформацію на зберігальний носій (папір, магнітну плівку тощо).

Вимірювальні перетворювачі поділяють на первинні, проміжні, передавальні, масштабні (підсилювальні чи знижувальні). *Первинний* вимірювальний перетворювач призначений для перетворення вимірюваної ФВ, наприклад температури, у інформаційний сигнал (електричний струм, напругу, частоту), а всі інші — для зміни значення отриманого сигналу.

Вимірювальні прилади за принципом дії поділяють на механічні, електричні, пневматичні, магнітні, резистивні, оптичні, лазерні, комбіновані, а за кількістю одночасно вимірюваних параметрів — на одно- та багатоточкові. Залежно від кількості ФВ, які можуть вимірювати прилади, їх поділяють на однойменні, багатовимірні, одно-, багатоточкові. За

режимом роботи вимірювальні прилади поділяють на ручні, напівавтоматичні, автоматичні, автономні, з живленням від електричної мережі (неавтономні), стаціонарні, переносні, лабораторні, спеціальні (вібро-, ударо-, температуростійкі).

Вимірювальні прилади та перетворювачі ФВ, незважаючи на значну відмінність принципів дії, за якими вони побудовані, значне розмаїття їх конструкцій (типів), розмірів, мають практично аналогічні метрологічні характеристики.

7.6. Основні характеристики вимірювальних приладів

Метрологія належить до складних і точних наук, основною метою її є забезпечення заданої точності вимірювання ФВ, єдності термінології, методів і способів вимірювання, перетворення, передавання та зберігання отриманої інформації. Про складні завдання метрології свідчить значна кількість встановлених стандартами характеристик вимірювальних приладів [9, 10, 11]. Розглянемо основні з них.

Показом вимірювального приладу називають значення вимірюваної ФВ, визначене за допомогою відлікового пристрою, шкали з покажчиком, цифрового табло.

Шкала металевої вимірювальної лінійки (рис. 7.4, а) не має покажчика, ціна поділки шкали 1 мм, відлік показів — візуальний, внаслідок порівняння вимірюваної довжини виробу з рівнозначною їй ділянкою лінійки.

Штангенциркуль (рис. 7.4, б) має дві шкали: основну з ціною поділки 1 мм і додаткову (ноніусну) з ціною

поділки 0,1 мм. Відлік показів такої шкали ведуть за сумою показів обох шкал (цілі міліметри відраховують за основною, а соті частки міліметра — за додатковою шкалою). Як показчик для основної шкали використовують першу риску ноніусної шкали (26 мм), а показчик для ноніусної шкали — риска основної шкали, що збігається з однією з рисок ноніусної (0,1 мм). Сумарний відлік розміру на шкалі штангенциркуля 26,1 мм.

З двох шкал складена також і шкала мікрометра (рис.7.4, в): основної, вздовж циліндричної поверхні корпусу 4 з ціною поділки 0,5 мм, та додаткової, по колу циліндричної поверхні гайки 1 з ціною поділки шкали 0,1 мм. Показчиком для основної шкали є лівий край гайки (14,5 мм), а для додаткової — роздільна лінія, що поділяє основну шкалу на дві, розміщені одна над одною, частини, кожна з яких має риски через 1 мм, але зміщені одна відносно одної на 0,5 мм (0,12 мм). Сумарний відлік розміру на шкалі мікрометра становить 14,62 мм.

Дві шкали має і шкала індикатора годинникового типу (рис. 7.4, д): показчик основної шкали з ціною поділки 1 мм вказує на позначку 8, а показчик додаткової шкали з ціною поділки 0,01 мм — на позначку 0,79 мм. Сумарний відлік розміру на шкалі індикатора — 79 мм.

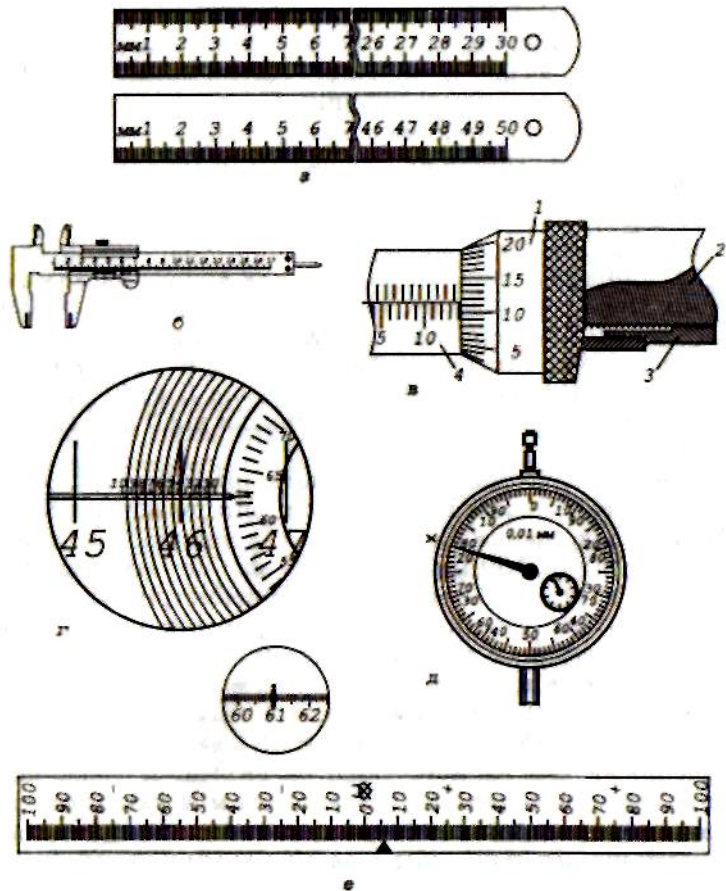


Рис.7.4.

Універсальний інструментальний мікроскоп (рис. 7.4, г) має три шкали: риска основної шали (46 мм) з ціною поділки 1 мм в окулярі мікроскопа зі збільшенням у 62

рази перетинає першу додаткову шкалу з ціною поділки 0,1 мм між 3 і 4 рисками (0,3 мм), а горизонтальна її риска вказує на відлік другої додаткової шкали з ціною поділки 0,001 мм (0,062). Сумарний відлік за допомогою трьох шкал — 46,362 мм.

Вимірювальна оптична машина складається з трьох шкал (рис. 7.4, є): в окулярі мікроскопа машини цифра 8, що над подвійною рисою, вказує на кількість сотень міліметрів (800 мм), а розміщення її на стоміліметровій шкалі — на десятки, одиниці та десяті частки міліметра (60,8 мм), на вертикальній шкалі оптиметра машини оптична стрілка вказує на соті та тисячні частки міліметра (0,0075). Сумарний відлік шкали машини — 860,8075 мм.

Діапазон показів шкали — це значення ФВ, що містяться між початковим і кінцевим її значеннями на шкалі вимірювального приладу. Наприклад, шкали приладів для відносних вимірювань мають такі діапазони показів шкали: мікрокатор — $\pm 0,030$ мм; мінікатор — $\pm 0,050$, ортотест — $\pm 0,100$, оптиметр — $\pm 0,100$, важільно-механічні багатообертові індикаторні головки — від 0 до 1 мм; від 0 до 2 мм; від 0 до 5 мм і від 0 до 10 мм; шкали мікрометрів мають діапазони показів шкали від 0 до 12,5 мм і від 0 до 25 мм.

Діапазоном вимірювання називають значення ФВ, що перебувають між найбільшим і найменшим вимірюваними її значеннями. Наприклад, діапазони вимірювання можуть бути для: металевих лінійок від

0...150 мм до 0...1000 мм; штангенінструментів від 0...125 мм до 0...2000 мм і більше; мікрометрів від 0...12,5 мм до 2500...6000 мм; індикаторних нутромірів від 2...3 мм до 160...260 мм; оптичних довгомірів від 0...150 мм до 0...350 мм; інструментальних мікроскопів від 0...75 мм до 0...200 мм; вимірювальних машин від 0...1000 мм до 0...4000 мм тощо.

Градуовальною характеристикою ЗВТ називають залежність між значеннями ФВ на його вході та виході. Її визначають за допомогою формул теоретичної залежності між вхідними та вихідними величинами або практично — на підставі експериментів, що дає змогу підвищити точність засобів вимірювання, усунувши можливі похибки вимірювання, які не вдається визначити теоретично.

Впливовими називають такі ФВ, які заданий ЗВТ не вимірює, але вони здатні змінювати результати вимірювань. До таких ФВ належать температура, вологість, атмосферний тиск, напруженість магнітного поля, вібрації, удари, параметри електричного живлення ЗВТ тощо.

Нормальні умови використання ЗВТ це умови, за яких розсіяння показів не перевищує допускних відхилень. За стандартами нормальними умовами експлуатації ЗВТ вважають: температуру у приміщенні, де виконують вимірювання, 20° С; атмосферний тиск — 1000 кПа, вологість повітря від 30 до 80%, відсутність вібрацій та ударів, напругу електричного живлення —

220/127 В $\pm 10\%$; частоту $50 \pm 0,1$ с⁻¹ тощо (ГОСТ. 8.050-73).

Коефіцієнтом перетворення вимірювального перетворювача називають відношення зміни сигналу на його виході до зміни сигналу на вході перетворювача, що його зумовив. Замість терміну коефіцієнт перетворення часто вживають термін *чутливість засобу перетворення (вимірювання)* [10].

Стабільністю ЗВТ називають їх властивість зберігати незмінними свої метрологічні характеристики. Для контактних ЗВТ важливою характеристикою є *вимірювальне зусилля* у місці контакту поверхні вимірювального щупа (наконечника) з поверхнею вимірюваного виробу.

Точність вимірювання — це показник якості ЗВТ, що характеризує ступінь наближення результатів вимірювання до істинних значень вимірюваної ФВ. Точність вимірювання оцінюють абсолютною та відносною похибками.

Розрізняють такі похибки вимірювання: основну та додаткову, абсолютну та відносну, систематичну та випадкову, статичну та динамічну, малу, велику, грубу. Залежно від місця (причини, джерела) виникнення розрізняють похибки методу вимірювання, налагодження, відліку результатів вимірювання, градуювання тощо.

Основною називають *похибку ЗВТ*, що може виникати у нормальних умовах його експлуатації, а *додатковою* — похибку ЗВТ, зумовлену зміною будь-якого з

впливових факторів поза межами їх значень, визначених для нормальних умов експлуатації.

Абсолютна похибка вимірювання — це різниця між отриманим внаслідок вимірювання значенням вимірюваної та істинної ФВ. Відносною похибкою вимірювання називають відношення абсолютної похибки вимірювання до істинного значення ФВ.

За *систематичну похибку вимірювання* приймають ту її складову частину, що залишається сталою чи змінюється за відомим законом у всіх повторних вимірюваннях одного й того ж значення ФВ, а за випадкову похибку — ту, що може змінюватись у цих же умовах довільно, як за значенням, так і за знаком, і не повторюється у повторних вимірюваннях.

Статичною називають похибку, що є різницею вимірюваного та істинного значень ФВ у заданому режимі, а *динамічною* — похибку, що є різницею між похибкою ЗВТ у динамічному режимі та його статичною похибкою, що відповідає значенню ФВ у заданий момент часу. Меншу від основної похибку називають малою, більшу від неї — великою, а значно більшу — грубою. Груба похибка переважно істотно перевищує сподівану за заданих умов похибку вимірювання. Дуже велику похибку, яка може бути наслідком несправності ЗВТ чи порушення правил використання, називають промахом і до уваги не беруть.

Похибка вимірювання завжди є сумою її складових частин, тобто містить у собі похибки, зумовлені

різними впливовими величинами: недосконалістю методу вимірювання, якістю ЗВТ, точністю його налагодження, градування, відліку результатів вимірювання, впливу зміни умов експлуатації тощо.

Похибки вимірювання є випадковими ФВ з детермінованими, індетермінованими та ймовірнісними складовими. Детерміновані складові здебільшого називають *систематичними*, а індетерміновані — *випадковими похибками*.

Результат спостереження отримують під час окремого експерименту, а результат вимірювання — під час вимірювання та оброблення отриманих результатів спостереження.

Узагальненою характеристикою ЗВТ, визначеною значеннями найбільших граничних основних і додаткових похибок вимірювання, а також іншими властивостями за чинними стандартами, є клас точності, який характеризує тільки властивості ЗВТ та не визначає точність вимірювання ФВ.

Лекція № 8

Прилади для вимірювання лінійних кутових розмірів

8.1. Загальні положення

Прилади для вимірювання лінійних і кутових розмірів широко застосовуються у науці, техніці та народному господарстві. З їх допомогою вимірюють абсолютні значення розмірів та їх відхилення від заданих значень. З метою розширення виконуваних функцій прилади часто використовують разом з технологічним

спорядженням (пристроями, стояками, штативами, плитками, затискачами). Універсальні ЗВТ загального та спеціального призначення відрізняються між собою тим, що перші застосовують для вимірювання розмірів різних поверхонь виробів, а другі — для вимірювання тільки поверхонь заданої форми. Наприклад, штрихова лінійка, штангенциркуль, мікрометр — засоби загального призначення, а штангензубомір чи нормалемір — засоби спеціального призначення (для вимірювання відповідно товщини зуба та відхилень розміру спільної нормалі зубчастих коліс).

8.2. Штрихові ЗВТ

Найбільше зі штрихових ЗВТ застосовують металеві брускові та стрічкові лінійні міри (лінійки, рулетки, складані металеві метри) та металеві кутоміри (транспортири). Брускові штрихові міри довжини використовують для прямого вимірювання лінійних розмірів як шкали вимірювальних приладів, відлікових пристроїв оброблювальних верстатів і зразкові міри.

Штрихові ЗВТ здебільшого виготовляють зі стійких до спрацювання пружинних сталей і покривають хромом. Стандартні штрихові лінійки (ГОСТ 417-75) мають довжину від 150 до 1000 мм з ціною поділок 1 мм. Зразкові міри довжини (брускові) можуть мати ціну поділки 0,1 і 0,2 мм. їх переважно виготовляють зі спеціальних мідних стопів (інвару) зі збільшеними розмірами, різного за формою поперечного перерізу, споряджають оптичними окулярами, які дають змогу забезпечити високу точність відліку вимірюваних

розмірів. Загальна довжина шкали брускових мір коливається від 60 мм до 2000 мм. Вони бувають шести класів точності (від 0 до 5) з допускними відхиленнями, для довжини 200 мм — відповідно від 0,6 до 25 мкм. Лінійки можуть мати один чи два робочі торці, одну чи дві шкали.

Штрихові рулетки виготовляють довжиною 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50 і 100 м. Для навчальних та побутових потреб виготовляють штрихові лінійки з пластмас, дерева та інших матеріалів, які через низьку точність не використовують у машинобудуванні.

Точність штрихових лінійок та кутомірів регламентована відповідними стандартами, згідно з якими відхилення номінальних значень розмірів між сантиметровими позначками шкал лінійок і десятковими позначками шкал кутомірів не перевищують $\pm 0,1$ мм, а між міліметровими та градусними позначками відповідно шкал лінійок і кутомірів — $\pm 0,05$ мм.

Точність вимірювання штриховими лінійками згідно зі стандартами і залежно від класу їх точності може бути від 0,1 мм для зразкових та 0,5 мм для робочих лінійок і відповідно $0,5^\circ$ для штрихових плоских кутомірів.

Вимірювання штриховими ЗВТ здійснюють, накладаючи їх на вимірювані поверхні виробів. У разі незручності вимірювання деяких розмірів (діаметрів циліндричних поверхонь, глибини западин, глухих отворів) використовують допоміжні технологічні пристрої (кронциркулі, глибиноміри тощо).

8.3. Штангенінструменти та універсальні кутоміри

Штангенінструменти та універсальні кутоміри служать для вимірювання відповідно лінійних і кутових розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь, відстаней між ними, кутів нахилу, а також для розмічування заготовок перед обробленням їх поверхонь, різанням матеріалів.

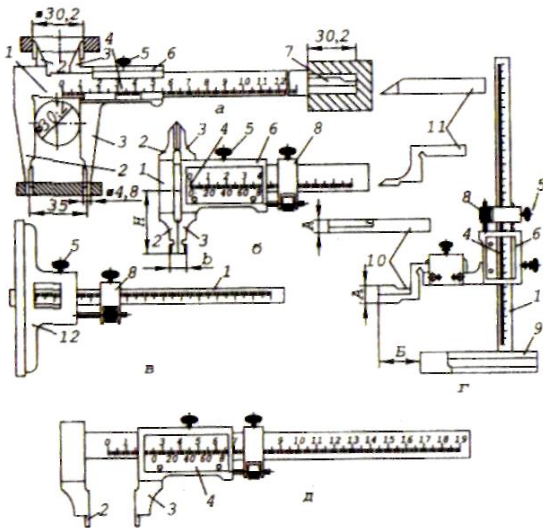


Рис. 8.1.

Для штангенінструментів відмінною ознакою є наявність у них штанги I (рис. 8.1, а) з губкою 2 та нанесеною на ній основною шкалою рухомої рамки б з губкою 3 та шкалою ноніуса 4. Усі вони мають дві шкали: основну та додаткову (ноніусну). Основна шкала служить безпосередньо для вимірювання розмірів, а додаткова — для підвищення точності

відліку основної шкали. Наявність додаткової шкали дає змогу використати здатність людського ока точніше визначати співпадання чи неспівпадання штрихів двох дотичних шкал, ніж оцінювати частку поділки основної шкали.

Штангенциркуль ШЦ-I (ГОСТ 166-89; рис. 8.1, *а*) призначений для вимірювання розмірів зовнішніх, внутрішніх поверхонь та глибини западин, а також для розмічування заготовок. Штангенциркуль ШЦ-II (рис. 8.1, *б*) має аналогічне призначення, окрім вимірювання глибини западин (відсутня лінійка глибиноміра). Штангенглибиномір (ГОСТ 162-90; рис. 8.1, *в*) призначений для вимірювання глибини отворів, пазів, западин. Робочими поверхнями глибиноміра є торцева поверхня штанги *1* та основи *12*.

Штангенрейсмас (ГОСТ 164-90; рис. 8.1, *г*) здебільшого призначений для розмічування заготовок і вимірювання лінійних розмірів (висотних). Робочими поверхнями його є торцева поверхня основи *9* та нижня поверхня вимірювальних (розмічувальних) ніжок *10* та *11*. Оскільки прямі ніжки не забезпечують отримання розмірів від 0 до 30 мм, то для вимірювання менших ніж 30 мм розмірів використовують фігурні ніжки.

Діапазони вимірювання штангенциркулів різних типів визначені відповідними стандартами і можуть змінюватися від 0...125 мм до 1800...3000 мм. Допускні похибки вимірювання штангенінструментів за стандартами становлять від $\pm 0,06$ мм (для діапазону

вимірювання 0...150 мм) до $\pm 0,2$ мм (для діапазону вимірювання 800...2000 мм).

Деякі закордонні фірми Швейцарії, Німеччини виготовляють штангенциркулі з круглими плоскими шкалами зі стрілкою як у індикаторних вимірювальних головках, з ціною поділки шкали 0,01 і 0,02 мм.

Ноніусні шкали штангенінструментів будують, використовуючи принцип поділу однієї поділки основної шкали на n частинок (переважно 10 чи 20). Кількість поділок ноніусної шкали визначає ціну однієї поділки. Наприклад, для $n = 10$ ціна поділки $1/n = 0,1$ мм, а для $n = 20$ становитиме $1/20 = 0,05$ мм. Довжини ноніусних шкал з конструктивних міркувань приймають переважно 9; 19 мм. Залежно від довжини ноніусної шкали відповідною буде відстань між сусідніми рисками.

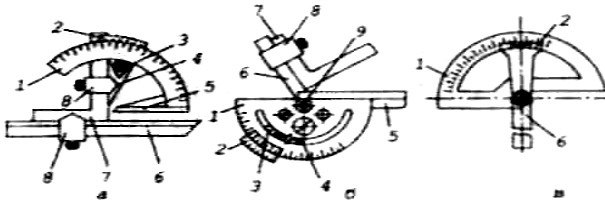


Рис. 8.2.

Штрихові ЗВТ кутових розмірів мають кутові шкали переважно у кутових градусах і мінутах. Кутоміри з ноніусом виготовляють трьох модифікацій: типу 2УН (рис. 8.2, а), типу 2УМ (рис. 8.2, б) і типу 4УМ (рис. 8.2, в). В усіх перелічених кутомірах градусна шкала з ціною поділки 1° нанесена на основу 1 кутоміра, по

якій пересувається ноніус 2, пов'язаний зі сектором 4. Прикріплюють рухомий сектор з ноніусом до основи за допомогою гвинтового затискача 3.

В *універсальному кутомірі* (ГОСТ 5378-88; рис. 8.2, а) основа 1 має зовнішню циліндричну та внутрішню конічну поверхні. До нижнього краю основи прикріплюють лінійку 5, яка служить однією вимірювальною поверхнею. До сектора 4 за допомогою держака 8 прикріплюють кутник 7, а до нього за допомогою іншого держака — лінійку 6. Бічні поверхні кутника 7 та лінійки 6 є другою вимірювальною поверхнею.

Закріплюючи за допомогою держака 8 кутник 7 чи лінійку 6 у різних комбінаціях, забезпечують можливість вимірювання кутових розмірів у діапазоні від 0 до 320°. Можливі комбінації складання універсального кутоміра для вимірювання кутових розмірів у різних піддіапазонах зображені на рис. 8.3.

У кутомірі типу 2УМ (див. рис. 8.2, б), який називають *транспортним*, нерухома лінійка 5 є продовженням основи 1. Рухома лінійка 6, до якої за допомогою держака 8 прикріплюють кутник 7, зв'язана зі сектором, який може повертатися на осі 9. Кутомір має механізм 4 для точного переміщення рухомого сектора. Кутомір 4УМ (див. рис. 8.2, в) має тільки одну рухома лінійку 6, на кінці якої закріплений ноніус 2 з ноніусною шкалою. Другою вимірювальною поверхнею є нижня поверхня основи 1.

Ціна поділки ноніусних шкал кутомірів залежить від їх конструкції. Наприклад, ціна поділки кутомірів типу 2УН і 2УМ має 2 кутові мінут, а кутоміра типу 4УМ — 15 кутових мінут.

Для вимірювання малих кутових розмірів використовують рівні, чутливим елементом яких є скляна прозора циліндрична ампула, зігнута дугою значного радіуса. Ампула наповнена спеціальною рідиною, у якій плаває кулька пари цієї рідини. Кулька намагається зайняти найвище положення в ампулі і є показчиком шкали рівневого кутоміра.

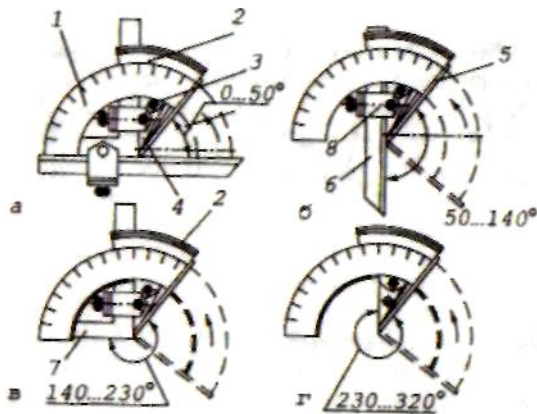


Рис. 8.3.

Штрихова шкала з лінійною відстанню 2 мм між сусідніми поділками нанесена на верхній циліндричній поверхні ампули. Ціна поділки рівневих кутомірів різних типів становить 0,02...0,15 мм/м (кутових секунд).

8.4. Мікрометри

Мікрометри (ГОСТ 6507-90; рис. 8.4) служать для вимірювання лінійних розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь, глибин отворів, пазів, висоти уступів тощо. Відмінною конструктивною ознакою мікрометрів є наявність у них точного мікрометричного різьбового з'єднання з малим кроком (0,5 мм), яке служить для перетворення малих переміщень гвинта у більші лінійні переміщення на зовнішній циліндричній поверхні барабана (гайки).

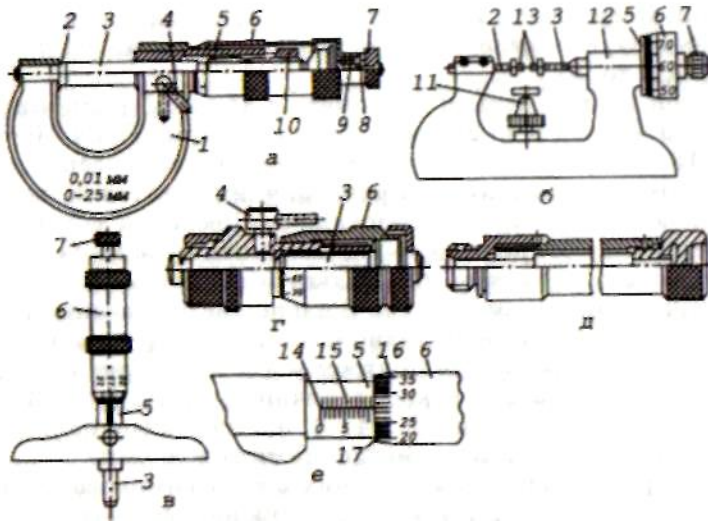


Рис. 8.4.

Результат вимірювання отримують як суму показів основної шкали 15 (рис. 8.4, e), що нанесена вздовж циліндричної поверхні нерухомої гайки 5 (рис. 8.4, a) та торцевої поверхні барабана б, який жорстко закріплений на гвинті 3 та разом з ним може рухатися

вздовж своєї осі відносно вимірювальної п'ятки 2 скоби 1. Конструкція мікрометричної скоби зображена на рис. 8.4, а, а пристрій відліку — на рис. 8.4, е.

Гладкі мікрометричні скоби (рис. 8.4, а, б) служать для вимірювання розмірів зовнішніх поверхонь, *глибиноміри* (рис. 8.4, в) — для вимірювання глибини западин, а *мікрометричні нутроміри* (рис. 8.4, г) — для вимірювання внутрішніх поверхонь. П'ятка 2 гладкого мікрометра (рис. 8.4, а, б), яку часто роблять регульованою, служить для точного виставлення шкали на нульову позначку.

Рекомендують такий порядок налагодження мікрометра на нульовий розмір. Спочатку мікрометричний гвинт закріплюють за допомогою ексцентрикового затискача. Після цього, відпустивши конічну гайку та роз'єднавши барабан б з мікрометричною гайкою 5, виставляють положення барабана відповідно до нульового значення розміру на коловій шкалі 1б (рис. 8.4, е) і закручують конічну гайку, з'єднуючи тим самим барабан б і мікрометричну гайку 5.

Ручка храпового механізму 7 зі штифтом 8 і пружиною 9 утворюють муфту, що запобігає перевантаженню мікрометричної гвинтової пари. Повертаючи мікрометричний гвинт за допомогою ручки 7, забезпечують величину вимірювальної сили, що тисне на п'ятку, від 5 до 9Н.

Діапазон показів шкали мікрометрів для скоб і глибиномірів (ГОСТ 7470-92) від 0 до 25 мм, а для

нутромірів (ГОСТ 10-88) — від 0 до 13 мм. Такий малий діапазон показів зумовлений складністю виготовлення точних мікрометричних гвинтових пар значних повздовжніх розмірів. Збільшення вимірюваних за допомогою мікрометрів розмірів досягають відповідними змінами їх конструкцій, залишаючи сталою вимірювальну мікрометричну головку зі стандартним діапазоном показів. Збільшення діапазонів вимірювання для скоб вимагає відповідного збільшення розмірів їх конструкцій, а для глибиномірів і нутромірів — застосування відповідних подовжувачів 3 для мікрометричних гвинтів (рис. 8.4, в) та стержнів нутромірів (рис. 8.4, д), що мають спеціальні поверхні для з'єднання їх з мікрометричними головками.

Для настроювання мікрометричних засобів вимірювання з більшими від 25 мм діапазонами вимірювання на початкову позначку шкали їх комплектують спеціальними кінцевими мірами. Для гладких мікрометрів кінцевими мірами є спеціальні стержні, для глибиномірів — спеціальні трубки, а для нутромірів — гладкі мікрометричні скоби. За допомогою спеціальної кінцевої міри налагоджують шкали засобів як на умовну нульову, так і на умовну кінцеву позначки. Це дає змогу за допомогою одної кінцевої міри перекривати розміри $2 \times 25 \text{ мм} = 50 \text{ мм}$. Тому відповідно до стандартів визначений такий ряд діапазонів вимірювання для гладких мікрометричних скоб і глибиномірів: 0...25 мм; 25...50 мм; 50...75 мм;

75... 100 мм; 100...200 мм (з двома кінцевими мірами довжиною 125 мм і 175 мм); 300...2000 мм.

Для нутромірів найменші вимірювані розміри отворів зумовлені конструктивними розмірами мікрометричної головки. Тому діапазони вимірювання для них такі: 50...63 мм; 60-73 мм; до 500...600 мм.

Крім гладких мікрометричних скоб, виготовляють також важільні, зубомірні та інші мікрометри спеціального призначення (для вимірювання товщини листових матеріалів, стінок труб тощо), а деякі зарубіжні фірми виробляють також мікрометри з цифровим відліком або вимірювальними головками. Мікрометри з цифровими шкалами дають змогу зменшити втомлюваність працівників під час багатьох вимірювань, підвищити продуктивність їх праці та точність вимірювання, що пояснюється меншою кількістю помилок у результатах вимірювання.

Допускні похибки мікрометрів встановлені у відповідних стандартах для кожного типу та залежно від класу їх точності. Наприклад, допускна похибка гладких мікрометрів становить від $\pm 0,002$ мм для 1 класу точності та діапазону вимірювання до 100 мм, до $\pm 0,01$ мм для 2 класу точності та діапазону вимірювання 500...600 мм.

8.5. Вимірювальні головки

Вимірювальною головкою називають ЗВТ з порівняно малим діапазоном показів шкали та значною чутливістю. Вимірювальні головки широко застосовуються для побудови ЗВТ та контрольно-

вимірювальних пристроїв, у яких використовують відносний спосіб вимірювання. Такі пристрої здебільшого складаються зі стояка (корпуса, основи тощо), предметного столика та вимірювальної головки [12].

Прикладом такого ЗВТ може бути вертикальний пристрій, зображений на рис. 8.5. Пристрій складається з основи 1, предметного столика 2, напрямної колони 12 з гвинтовою різьбою, підпори 11, у якій закріплена вимірювальна головка, встановлюють вимірювальну головку на заданій висоті над предметним столиком шляхом переміщення підпори 11 та закріплюючи її у заданому положенні затискачем 10.

Вимірювальна головка служить для визначення відхилень Δx вимірюваного розміру від заданого за допомогою блока кінцевих мір розміру A . Встановивши спочатку на предметний столик блок 5 кінцевих мір чи еталонний виріб з відомим розміром, налагоджують вимірювальну головку на нульову позначку її шкали 9. Для цього переміщують підпору 11 до зіткнення щупа 6 вимірювальної головки 7 з верхньою поверхнею блока кінцевих мір, а після цього плавним переміщенням предметного столика 2 за допомогою ручки 3 гвинтового механізму досягають точного встановлення покажчика 8 шкали вимірювальної головки навпроти нульової позначки шкали 9. Потім, замінивши блок 5 вимірюваним виробом 4, за показами стрілки на шкалі 9 знаходять відхилення розміру виробу від заданого розміру блока кінцевих мір. Для

отримання самого розміру виробу x залежно від знаку відхилення (переміщення покажчика вправо чи вліво від нульової позначки шкали) додають чи віднімають отримане відхилення від розміру A .

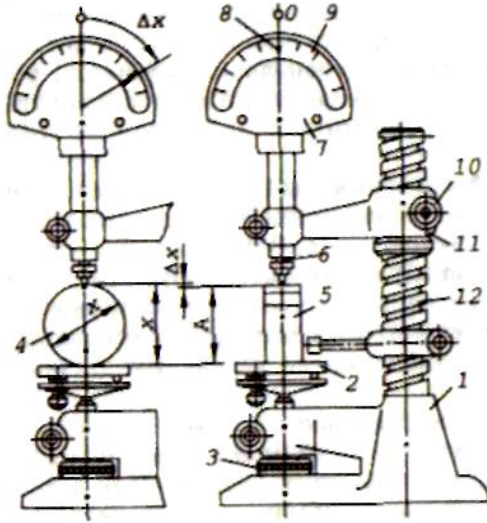


Рис. 8.5.

Деякі конструкції вимірювальних головок мають гвинтові механізми для точного налагодження їх показів на нульову позначку шкали. У цьому разі зникає необхідність такого механізму у конструкції предметного столика.

За допомогою вимірювальних головок будують конструкції контрольно-вимірювальних технологічних пристроїв для дослідження відхилень форми поверхонь, їх взаємного розміщення, биття робочих (базових) поверхонь відповідальних деталей (шпинделів і карусельних столів оброблювальних

верстатів, роторів турбін та електродвигунів, колінчастих валів двигунів внутрішнього згорання, компресорів і прокатних станів, осей коліс транспортних засобів тощо).

За умови забезпечення заданої жорсткості конструкцій стояків чи корпусів зазначених пристроїв досягають високої точності (до $\pm 0,001$ мм) вимірювання. Завдяки використанню інтерференційних способів вимірювання атестують кінцеві міри довжини з точністю до сотих часток мікрометра. Вимірювальні головки використовують також для абсолютних вимірювань малих розмірів виробів, якщо їх значення не перевищує діапазон вимірювання шкали.

Конструкції вимірювальних головок будують на підставі багатьох принципів перетворення малих переміщень у великі (механічних, оптичних, пневматичних, електричних, комбінованих з двох і більше принципів тощо). Найбільш поширені з них завдяки простоті та надійності конструкції механічні, оптичні та комбіновані.

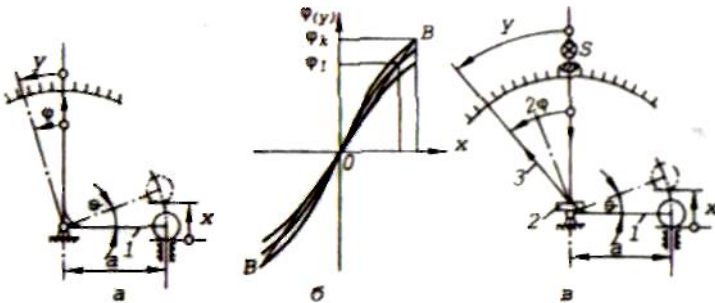


Рис.8.6.

Вимірювальні головки з важільними передачами є чи не найпростішими з них. Їх часто комбінують із зубчастими передачами. Основна вимога до вимірювальних головок — забезпечення лінійності їх характеристики для якомога більшого переміщення вимірювального штока зі щупом.

Прикладом може бути синусна важільна передача (рис. 8.6, а), характеристика залежності показів шкали якої (чи кута φ відхилень стрілки) від переміщення вимірювального щупа x зображена на рис. 8.6, б. Як бачимо, характеристика цієї передачі не є лінійною. Тому завданням конструкторів вимірювальних головок є добір таких співвідношень довжин плеча o важеля та покажчика стрілки, щоб у діапазоні вимірювання (переміщення щупа) відхилення від лінійності не перевищувало заданої величини.

Для збільшення чутливості та точності відліку таких вимірювальних головок замість механічного покажчика використовують оптичний промінь 3 (рис. 8.6, в), відбитий від дзеркальця 2, встановленого на важелі 1 замість покажчика. Якщо дзеркальце відхиляється на кут φ , то відбитий від нього промінь світла відхиляється на кут 2φ , що забезпечує відповідно удвічі більшу чутливість вимірювальної головки.

Перевагою оптичного променя над механічним покажчиком є його безінерційність і відсутність явища паралакса (різних значень показів шкали залежно від кута зору).

Вимірювальні головки з зубчастими передачами (ГОСТ 877-68). За таким принципом будують вимірювальні головки (індикатори) годинникового типу з діапазонами вимірювання: 0...2 мм; 0...3 мм; 0...5 мм і 0...10 мм. Відповідно, ціна поділки їх шкали може становити 0,002...0,01 мм. Кінематична схема вимірювальної головки із зубчастою передачею та ціною поділки шкали 0,01 мм зображена на рис. 8.7. Малі лінійні переміщення вимірювального щупа 9 разом із зубчастою рейкою шляхом зубчастої передачі перетворюються у значні кутові переміщення покажчика 2. Зубчаста рейка вимірювального щупа 9 зчеплена зі зубчастим колесом 7. На цій же осі закріплене і зубчасте колесо 6, з'єднане з малим зубчастим колесом 5 із закріпленим на його осі покажчиком 2. Повний оберт зубчастого колеса 5 з покажчиком 2 відповідає переміщенню вимірювального щупа 9 на 1 мм, а шкала має 100 поділок. Тому ціна однієї поділки $i = 1 \text{ мм}/100 = 0,01 \text{ мм}$. Точність вимірювальної головки обмежена точністю зубчастих передач і визначена відповідно до стандартів залежно від класу їх точності (0 або 1). Допускна похибка вимірювальної головки з ціною поділки точної шкали 0,01 мм та довжиною шкали у 10 обертів згідно зі стандартом становить $\pm 0,01 \text{ мм}$ для діапазону вимірювання 0...2 мм та $\pm 0,025 \text{ мм}$ для діапазону 0...5 мм.

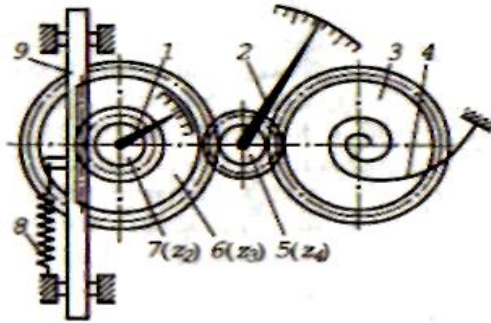


Рис. 8.7.

Вимірювальні головки з важільно-зубчастою передачею (ГОСТ 9696-82).

Точність

вимірювальної головки зі зубчастими передачами зумовлюється переважно точністю зубчастої передачі рейка — перше зубчасте колесо. З метою підвищення точності вимірювальних головок цю передачу у деяких конструкціях замінюють важільною передачею.

Вимірювальні головки з пружинною передачею (мікрометри) для перетворення малих переміщень вимірювального щупа у значні переміщення покажчика шкали мають плоскі прямі чи скручені пружинні стрічки. Такі головки широко застосовуються завдяки відсутності у них похибок, зумовлених наявністю проміжків (вільних ходів), спрацюванням і тертям поверхонь рухомих елементів. Вони відрізняються високою надійністю, тому їх використовують для вимірювання не тільки лінійних розмірів, але й параметрів шорсткості поверхонь, відхилень форми та взаємного їх розміщення. Ціна поділки шкали таких головок становить від 0,0001 до 0,01 мм.

Принцип дії вимірювальних головок (рис. 8.8) полягає у залежності розтягування тонкої скрученої металевої стрічки та кута повертання її середнього перерізу навколо повздовжньої осі.

Недоліком таких головок є дуже тонкий покажчик, що втомлює зір вимірювальників, і порівняно значний паралакс шкали.

8.6. Оптиметри

Оптиметрами називають ЗВТ з важільно-оптичними передачами, їх широко використовують як стаціонарні (настільні) засоби вимірювання з високою точністю та чутливістю. Похибки вимірювання оптиметрів типу ОВО-1 і ОГО-1 не перевищують $\pm 0,0002$ мм для діапазону вимірювання від 0 до 0,06 мм [12].

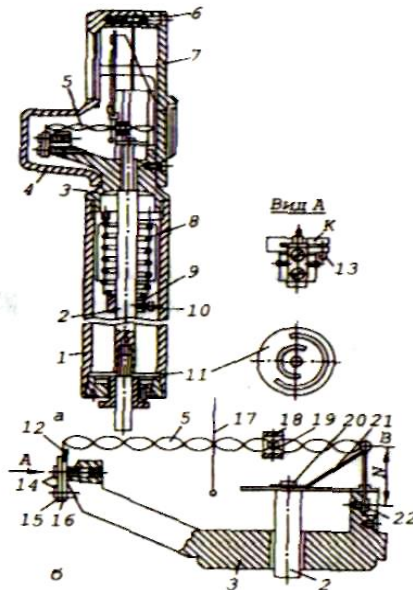


Рис. 8.8.

Конструктивно оптиметри виконують у вигляді масивних вимірювальних засобів з чавунними стояками та екранами. На рис. 8.9 зображено горизонтальний оптиметр, складений з основи 1, напрямного вала 3, лівої та правої підпор 2, трубки оптиметра 10, предметного столика 9, ексцентрикового затискача 8, пінолі 7, фіксатора 6, мікрометричного гвинта 5, корби 4 вертикального переміщення предметного столика, правого та лівого держаків 11 і 14, двох гвинтових затискачів 12, двох вимірювальних дуг 13 та аретира 15.

Предметний столик може повертатися навколо вертикальної осі і закріплений затискачем 8. У пінолі 7, що переміщається за допомогою мікрометричного гвинта 5, закріплюють змінний щуп, який використовують для вимірювання розмірів тільки зовнішніх поверхонь. Для вимірювання розмірів внутрішніх поверхонь застосовують змінні правий та лівий держаків 11 і 14 і вимірювальні дуги 13 з гвинтовими затискачами 12.

Лівий держак прикріплюють до зовнішньої поверхні пінолі, а правий — до зовнішньої поверхні труби оптиметра. Вимірювальні дуги 13 за допомогою гвинтових пружин і запресованих у них кульок притискають до вимірювальних щупів пінолі та трубки оптиметра. Праву вимірювальну дугу від зразкової внутрішньої циліндричної поверхні чи вимірюваної внутрішньої поверхні виробу під час їх встановлення та знімання відводять за допомогою аретира 15 (щоб уникнути спрацювання робочих вимірювальних

поверхонь). Вимірювальні дуги роблять малими і великими відповідно для вимірювання розмірів отворів від 13,5 до 26,5 мм і більше.

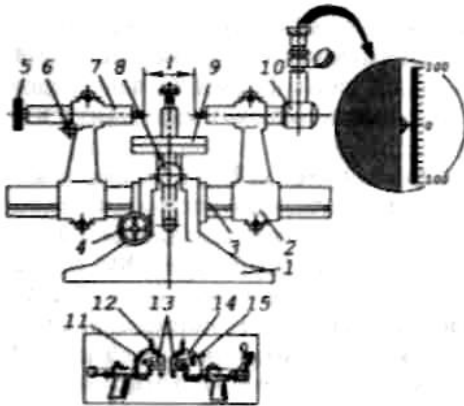


Рис. 8.9.

Виготовляють горизонтальні та вертикальні оптиметри багатьох типів. За вимірювальну головку для оптиметрів служить трубка оптиметра, принцип дії якої ґрунтується на явищах автоколімації та оптичного важеля. Це дає змогу перетворювати незначні переміщення вимірювального щупа у значні переміщення світлової шкали відносно нерухомого світлового покажчика.

8.7. Пневматичні засоби вимірювання

Принцип дії пневматичних засобів вимірювання полягає у залежності тиску та витрат повітря від поперечного перерізу вихідного сопла (рис. 8.10, а), які

можуть змінюватись від наближення чи віддалення від поверхні досліджуваного виробу [13].

Повітря сталого тиску H надходить у камеру 3 через вхідне сопло 1 і виходить через сопло 2 меншого перерізу, але через зміну відстані z торцевої поверхні сопла від стінки виробу переріз вихідного отвору сопла відповідно змінюється і тому тиск повітря h у середині камери 3 є функцією поперечного перерізу вхідного та вихідного сопел і коефіцієнта витікання. Якщо до вихідного сопла 2 наблизити поверхню N , то тиск у камері 3 відповідно зросте, а витрати повітря зменшаться.

Вимірювальні засоби, побудовані з використанням пневмоперетворювачів, бувають низького та високого тиску. Як візуальні шкали для перших використовують рідинні, а для других — пружинні манометри зі сильфонами чи без них. Складовими частинами пневматичних засобів вимірювання є вимірювальна камера з каліброваними соплами, фільтри та очищувачі повітря від бруду та вологи, стабілізатори тиску тощо. Нижче розглянемо деякі з них.

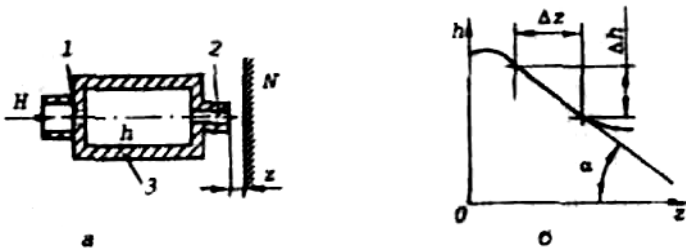


Рис. 8.10.

Пневматичні довгоміри низького тиску з рідинними манометрами застосовують найширше. Принципова схема довгоміра з водяним манометром типу “Солекс” зображена на рис. 8.11. Через трубку 3 повітря надходить у водяний стабілізатор тиску 2, трубка якого занурена у воду на глибину H , а балон 1 сполучений з атмосферою. Завдяки цьому у стабілізаторі підтримується сталий тиск, що дорівнює висоті водяного стовпа H . Через вхідне сопло 5 подається повітря у камеру 6 і виходить з неї через сопло 8. Залежно від розміру виробу 9 змінюється проміжок z , що зумовлює відповідну зміну витрат повітря та тиску у камері 6, який вимірюють за різницею висот H водяних стовпів у балоні 1 і трубці 7. Для регулювання витрат повітря, що надходить у балон 3, застосовують набори сопел або додатковий мембранний стабілізатор тиску.

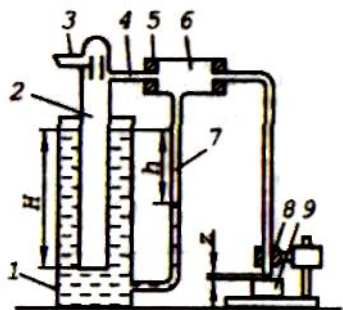


Рис.8. 11.

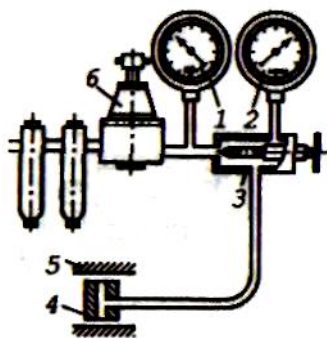


Рис. 8.12

Чутливість таких довгомірів становить від 600 до 10 000. Вони бувають одно- та двоточкові і дають змогу вимірювати два розміри водночас. Тиск повітря у камері — 5 000 Па.

Довгомір високого тиску з пружинним манометром типу трубки Бурдона схематично зображений на рис. 8.12. Очищене від бруду, оливи та води повітря подають у пружинно-мембранний стабілізатор тиску. Від стабілізатора через редуктор б, у якому знижують тиск до $2 \cdot 10^5$ Па, повітря надходить у вхідне сопло, переріз якого регулюють за допомогою конічної голки. Вимірювальна головка 4 має форму та розміри, що відповідають вимірювальній поверхні виробу 5. Тиск повітря перед входом і в середині камери 3 вимірюють пружинними манометрами 1 і 2.

Чутливість таких довгомірів становить від 50 до 400. Використовують їх для вимірювання та контролю розмірів різних поверхонь виробів, а також у пасивних та активних системах контролю технологічних процесів виготовлення виробів.

Диференційні пневматичні засоби вимірювання відрізняються порівняно вищою точністю. Такі ЗВТ менше чутливі до коливань робочих тисків повітря у мережах живлення, навколишньої температури тощо. Їх часто використовують для побудови контрольно-вимірювальних і сортувальних автоматів пасивного та активного контролю розмірів різних за формою поверхонь виробів під час виготовлення. Тиск повітря

мережі живлення пневматичних засобів вимірювання становить від 0,3 до 0,7 МПа.

У ротаметричних довгомірах високого тиску (рис. 8.13) очищене від бруду, води та оливи повітря через стабілізатор 9 і редуктор 8 надходить у ротаметр, складений з вертикальної конічної прозорої трубки 1, поплавок 2, регульованих сопел 3 і 7 і шкали 4, а звідти через з'єднувальну трубку у вимірювальну головку 6, яку вставляють у вимірюваний отвір виробу 5.

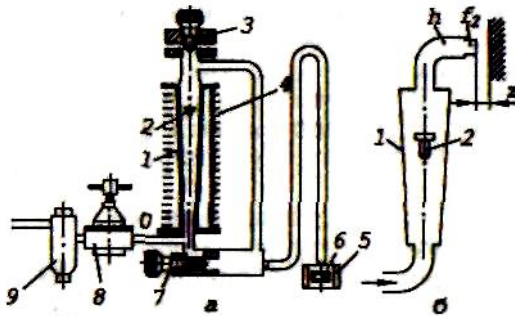


Рис.8.13.

Витрати повітря є функцією значення проміжків між поверхнею вимірювальної головки і виробу, а поплавков 2 залежно від їх значення займає у потоці повітря трубки 1 відповідне місце по висоті шкали, вказуючи на вимірюваний розмір. Градуюють ЗВТ (встановлюють початкову позначку шкали та чутливість засобу) за допомогою регульованих сопел 7 і 3. Чутливість таких довгомірів становить від 2000 до 10000, а тиск у мережі їх живлення — 0,3...0,6 МПа.

Пневматичні ЗВТ широко застосовують у машинобудуванні. Перевагами їх є придатність до вимірювання чи контролю розмірів тонкостінних виробів з м'яких матеріалів, малих отворів, відхилень форми поверхонь та їх взаємного розміщення.

Недоліками пневматичних засобів вимірювання є малий діапазон вимірювання розмірів (до 0,2 мм), значна інерційність, потреба у пневматичній мережі.

Лекція № 9.

Класифікація промислової продукції та показники її якості

9.1. Основні поняття, терміни та визначення

Продукція машинобудування є вагомою складовою промислової продукції та має всі її загальні ознаки. Тому вивчення, аналіз понять, показників і рівня якості, методів їх класифікації, створення систем якості, керування якістю продукції, системами доцільно розглядати на підставі загальних положень. Якість продукції є одним з найважливіших показників роботи будь-якого виробничого підприємства чи об'єднання, а високий рівень якості продукції — основний гарант його ефективної діяльності. Відповідно до чинних стандартів, *якістю продукції* називають сукупність характеристик продукції (процесу, послуг), які стосуються її здатності задовольняти визначені потреби. *Характеристика продукції* — це об'єктивна її особливість, за якою її відрізняють від інших видів продукції.

Якість виготовлення — це сукупність характеристик процесу виготовлення продукції, від яких залежить відповідність цього процесу та його результатів певним вимогам. *Показник якості продукції* — це кількісна характеристика однієї чи кількох її властивостей, що визначають її якість за певних умов створення, використання чи споживання.

У середині ХХ ст. якість продукції стали вивчати у багатьох розвинених країнах світу. Конкурентна боротьба виробників продукції за ринки збуту та безперервне підвищення вимог до її якості сприяли розвитку окремої галузі науки, яка пов'язана з кількісною оцінкою якості продукції і називається *кваліметрія*.

Основним завданням цієї науки є обґрунтування номенклатури показників якості продукції, розроблення методів і засобів їх розрахунку, вимірювання, контролю, оптимізації, виділення узагальнених показників якості продукції, використання їх для прогнозування змін якості продукції у часі та просторі, керування рівнем якості продукції різного призначення, створення системи стандартів (ДСТУ ISO 9001-95; ДСТУ ISO 9002-95 тощо).

Серед практичних завдань контролю якості — розроблення методів визначення оптимальних значень показників якості продукції, аналіз вимог до неї, точності вимірювання, порівняння та репрезентативності показників якості, уніфікації

методів і засобів визначення окремих властивостей продукції, що зумовлюють її якість, тощо. До них часто відносять також добирання цільових функцій, що залежать від окремих показників якості продукції, які можна використовувати як критерії оптимізації для розв'язування заданих задач.

Фізичні величини та показники якості — не тотожні між собою. За допомогою перших описують властивості, які в сукупності зумовлюють якість продукції. ФВ відображають об'єктивні властивості природи, а показники якості — суспільну потребу за певних умов. Наприклад, маса — ФВ, а маса виробу — показник його транспортабельності; швидкість — ФВ, а експлуатаційна швидкість автомобіля чи літака — показники їх призначення; освітленість — ФВ, а освітленість робочого місця — ергономічний показник якості продукції.

Як і ФВ, показники якості можуть бути розмірними або безрозмірними. На них поширюються всі положення теорії розмінностей. Кількісною характеристикою показників якості продукції, як і ФВ, є їх розмір, який відрізняють від його значення — вираження розміру в певних одиницях. Розмір та його значення від дібраних одиниць не залежать. Наприклад, трудомісткість виготовлення чи використання продукції визначають за кількістю часу, витраченого на виготовлення чи використання одиниці продукції, та виражають в нормо-годинах.

Аналогічно значення показника якості й ФВ можуть бути абсолютними й відносними. Перші — завжди розмірні, а другі — безрозмірні. Але, на відміну від цього, абсолютні значення показників якості бувають розмірними й безрозмірними, а відносні — тільки безрозмірними.

Контроль якості продукції, стандартизація та метрологія — тісно пов'язані між собою галузі, які доповнюють одна одну та забезпечують об'єктивність оцінки якості праці виробників продукції різних галузей народного господарства. Контроль якості продукції неможливий без використання метрології та стандартизації.

Практично кваліметрія є частиною метрології, яка вивчає питання вимірювання якості продукції. В ній діють ті ж закони та правила, які використовують для вимірювання ФВ. Кожна властивість може мати кілька характеристик, але тільки найприйнятнішу з них називають *мірою*.

За міру властивостей ФВ беруть лінійні й кутові розміри, масу, час, тиск, швидкість тощо, а мірами властивостей, які означають якість продукції, є показники її якості. Для оцінки властивостей ФВ використовують вимірювання геометричних і механічних величин, тиску й вакууму, температури та інших теплофізичних параметрів, частоти та часу, магнітних, електричних, акустичних величин тощо.

9.2. Класифікація промислової продукції

Усю промислову продукцію поділяють на групи, які дають змогу характеризувати продукцію кожної з них обмеженою множиною показників якості продукції та визначати її рівень. Залежно від того, як визначають кількість продукції — у штуках чи у фізичних одиницях (довжини, маси, площі, об'єму тощо), її поділяють на вироби та матеріали. У деяких випадках, коли окремі матеріали пакують у стандартну промислову тару, без якої використання заданого матеріалу неможливе чи не забезпечує заданої його якості, такі матеріали розглядають як вироби та називають *витратними*, наприклад, медичні ліки в ампулах, таблетках, разових шприцах, військові боєприпаси (гранати, кулі, бомби, ракети) тощо.

Продукцію використовують за її функціональним призначенням двома способами. Перший полягає у витратах не самої продукції під час її використання та стосується матеріалів і витратних виробів. Інколи їх витрати частково повертаються внаслідок вторинного перероблення. Другий спосіб полягає у витратах не самої продукції, а її ресурсу придатності. Цей спосіб стосується всіх виробів, окрім витратних. Відповідно до способу витрат усю продукцію поділяють на дві групи: ту, яка витрачається під час використання, і ту, яка витрачає свій ресурс.

Залежно від патентної спроможності продукцію поділяють на таку, яка може бути патентоспроможною, й таку, що не може бути патентоспроможною (запатентованою). До останньої, наприклад, належать

корисні копалини та інші матеріали, що існують у природі.

До першої групи *витратної продукції* належать усі руди та концентрати; тверде, рідке й газове паливо; природні будівельні та декоративні матеріали; коштовні метали та каміння; сільськогосподарська продукція, квіти, лікарські трави, продукти бджільництва, шовківництва, тваринництва, птахівництва, рибальства тощо. Уся ця продукція не підлягає ремонту і не має такого показника якості, як ремонтпридатність, незважаючи на те, що втрачені нею під час зберігання та транспортування властивості можуть бути частково відновлені. Не може ця продукція характеризуватись такими показниками якості, як надійність, довговічність, стандартизація, уніфікація, ергономіка, патентоспроможність. Однак, залежно від властивостей, цю продукцію часто поділяють за вартістю, естетичними показниками на сорти.

Другу групу витратної продукції становлять матеріали та продукти, виготовлені за участю людини: штучне паливо та мастила; продукція металургії (прокат, колоди, дрiт, виливки), хiмiчнi речовини (солi, гази, кислоти, добрива, фарби, отрутохiмiкати, пластмаси, смоли, вибуховi речовини, текстильнi матерiали, шкiра, хутро); будiвельнi матерiали (цемент, бетон, гiпс, скло, керамiка тощо); електро- та радiотехнiчнi матерiали, лiкарськi та медичнi препарати, харчовi продукти тощо. Цю продукцію частково поділяють за декоративними та естетичними ознаками, вона може бути

патентоспроможною. Але для неї, як і для першої групи, не властиві такі показники якості, як надійність, ремонтоспроможність, уніфікація.

До третьої групи належать витратні вироби, серед яких кускове мило, лікарські штучні препарати, мотки ниток, дроту, кабелів, кондитерські вироби, пляшки, банки, бочки, балони тощо. Виробам цієї групи властиві патентно-правові та естетично-ергономічні показники якості, а також показники транспортабельності, рівня уніфікації, стандартизації тощо.

Четверту групу становлять вироби, що підлягають ремонту. До неї належить практично вся продукція машино та приладобудування, електро- та радіотехнічної промисловості; легкого, хімічного, медичного, військового, транспортного та сільськогосподарського машинобудування; електронної, кінопрокатної, фотографічної, побутової техніки тощо.

П'ята група представлена виробами, що не підлягають ремонту. Це вироби вакуумної та напівпровідникової техніки, резистори, конденсатори, реле, кулькові та роликові підшипники, кріпильні вироби тощо.

9.3. Класифікація показників якості продукції машинобудування

Оскільки продукцією машинобудування можуть бути вироби та матеріали, то надалі термін *продукція* вживатимемо тоді, коли її можна буде використати як

окремий виріб чи матеріал, а *вироби* — тоді, коли продукція використовуватиметься тільки як вироби.

Показниками якості виробів машинобудування називають кількісну характеристику їх властивостей, що визначають їх якість для заданих умов створення та використання за призначенням. Показник якості виробу, що характеризує тільки одну його властивість, називають *одиничним*, а показник якості виробу, що характеризує водночас декілька його властивостей, — *комплексним*.

Комплексний показник якості виробу, що є відношенням сумарного корисного ефекту від використання до сумарних витрат на його створення та використання, називають *інтегральним*. Показник якості виробу, що характеризує таку його властивість (чи сукупність властивостей), за якою визначають якість виробу, називають *визначальним*.

Показники якості виробів не завжди збігаються з їх параметрами. Вони кількісно характеризують ступінь придатності до задоволення потреб споживачів, тобто тільки ті властивості, що визначають якість виробу. Поняття *параметр виробу* є ширшим від поняття *показник його якості*, оскільки параметрами можуть бути властивості виробу, що не визначають їх якості. Показники якості виробу можуть бути функціями одного чи кількох параметрів. Наприклад, показники продуктивності та довговічності різальних інструментів залежать від конструктивних параметрів,

якими є матеріал різального інструмента, геометрична форма та розміри поверхонь.

Значення показника якості виробу, яке приймають за вихідне для порівнювальних розрахунків (оцінок) його якості, називають *базовим значенням заданого показника*. За базові приймають значення показників якості кращих зразків виробів, виготовлених у попередній період часу, або значення показників якості перспективних зразків, отримані після дослідів чи розрахунків і внесені у технічні вимоги для заданих виробів.

Перехід до кількісних методів досліджень дав змогу виділити як окремі показники якості продукції, так і їх групи, розглянути методи їх аналізу та порівняння.

У всіх фізичних залежностях певні ФВ приймають за основні чи додаткові, а всі інші — за похідні від них. Практика свідчить [14, 15], що всю механіку можна викласти, використовуючи тільки три основні фізичні величини, всю теплотехніку — за допомогою чотирьох, всю молекулярну фізику — за допомогою п'яти, а всю сучасну фізику — за допомогою семи основних і двох додаткових фізичних величин. Саме вони створюють все розмаїття похідних ФВ і описують будь-які властивості фізичних об'єктів та явищ.

У кваліметрії показники якості продукції не поділяють на основні та похідні.

Одні показники якості продукції через інші виражають *одиночними показниками якості продукції*, кожний з яких стосується тільки однієї з властивостей продукції,

та *комплексними показниками якості*, які характеризують водночас кілька властивостей, їх виражають за допомогою одиничних показників якості продукції, бо похідні ФВ записують за допомогою основних.

Усі показники якості, як і ФВ, змінюються з часом. Якість продукції переважно погіршується з наближенням кінця терміну її використання. Можливо також, що продукція певний час не використовувалась, а перебувала у технічному обслуговуванні чи ремонті. Це враховують показники надійності, до яких належать показники *схоронності, безвідмовності, ремонтпридатності, довговічності* тощо. За своєю природою вони значно відрізняються від інших і оперувати ними, як іншими, не можна.

Кваліфікація експертів має вагоме значення для *евристичних та органолептичних* вимірювань. *Евристичними* називають вимірювання, що ґрунтуються на інтуїції, а *органолептичними* — ті, що ґрунтуються на використанні органів чуттів людини (дотику, зору, нюху, слуху та смаку).

Результати вимірювань, виконаних людиною, залежать від багатьох обставин, які не піддаються точному обліку, серед них настрої людини в певний момент, її здатність зосередитися, наявність побічних впливів. Є, однак, сталі чинники. До них належать вимогливість, особистий смак, симпатія, прихильність тощо. Деякі з перелічених факторів зумовлюють збільшення результатів вимірювань, деякі — зменшення.

Збільшують точність результатів вимірювань, використовуючи кількох експериментаторів замість одного, а також застосовуючи автоматизовані чи автоматичні ЗВТ, які завжди об'єктивніші та точніші.

Деякі впливові ФВ можуть зумовлювати значні похибки вимірювання. Для усунення чи визначення їх впливу застосовують різні способи. *Спосіб заміни* вимірюваної ФВ рівноцінною їй мірою (зразком) використовують у відносних вимірюваннях, зважуванні на терезах, вимірюванні опору резисторів за допомогою урівноважених мостів тощо. *Спосіб компенсації* впливових ФВ за знаком полягає у вимірюванні невідомої ФВ два рази так, щоб впливова ФВ зумовлювала протилежні за знаком дії, при цьому беруть середнє арифметичне обох результатів. *Спосіб симетричних вимірювань* полягає в тому, що протягом певного інтервалу часу здійснюють кілька вимірювань, а за результат беруть напівсуми окремих результатів, симетричних за часом відносно середини цього інтервалу. Такий спосіб ефективний для усунення зростаючої дії будь-якої впливової ФВ.

Рівень якості виробів визначають, порівнюючи задану групу показників якості з базовими значеннями, прийнятими для заданих виробів при виконанні науково-дослідних та експериментально-конструкторських робіт.

Добір показників якості для визначення їх рівня має велике значення. Для цього асортимент показників якості виробів має бути достатнім для різних типів

виробів і містити тільки такі показники, які дійсно визначають якість виробів.

За вимогами чинних стандартів і методикою добору показників для визначення якості виробів прийняті групи показників призначення, надійності, довговічності, ремонтоспроможності, схоронності, ергономічності, технологічності, економічності, однорідності, транспортабельності, стандартизації, уніфікації, стійкості до зовнішніх впливів, безпеки праці, патентно-правові, впливу на довкілля, естетичні тощо.

Кожна із перелічених груп показників може бути представлена одним чи групою показників якості виробів. Наприклад, група показників призначення параметрів характеризує придатність виробів до виконання ними функцій, показники надійності та довговічності характеризують спроможність їх виконувати ці функції протягом заданого часу; показники технологічності свідчать про ефективність прийнятих конструктивно-технологічних рішень на стадіях їх розроблення, виготовлення, використання; ергономічні показники — це допустимі навантаження на людину під час використання виробів; показники стандартизації — ступінь використання у них стандартних складових частин (вузлів, деталей, заготовок тощо); патентно-правові показники — гарантії патентного захисту та чистоти виробів; економічні показники — витрати для їх розроблення, виготовлення, використання та зберігання. Показники

безпеки характеризують безпеку людини на всіх стадіях існування виробів.

Іноді показники якості виробів поділяють ще на технічні, конструкторські, технологічні, експлуатаційні тощо. Цей поділ є умовним, оскільки якість будь-якого виробу машинобудування забезпечується не лише на деяких стадіях його створення та використання, а на всіх стадіях.

Лекція № 10.

Добір і визначення показників якості виробів машинобудування

10.1. Показники призначення виробів

Показники призначення характеризують властивості виробів, що забезпечують виконання основних функцій. До них відносять основні параметри виробів, що відображають рівень їх якості за призначенням (продуктивність, вантажопідіймальність, швидкодію тощо), а також корисний ефект від їх експлуатації у заданих умовах.

Добирають показники призначення виробів з урахуванням мети їх використання (експлуатації), параметрів для порівняльної оцінки, умов використання, транспортування, збереження тощо. Наприклад, добираючи показники виробів, призначених для роботи в умовах тропічного теплого клімату, ставлять до них вимоги, властиві заданим умовам, — працездатність за високої температури, наявності мікроорганізмів, бактерій, гризунів, а добираючи показники призначення виробів, що будуть працювати

в умовах вічної мерзлоти, на північному чи південному полюсах Землі, дбають про стійкість і працездатність за низьких температур, високій вологості, про живлення від автономних електромереж тощо.

Чимало показників призначення, що є обов'язковими для одних виробів, можуть бути непотрібними для інших. Для деяких виробів машинобудування основними показниками їх якості є корисна робота, що характеризується такими параметрами, як продуктивність, потужність, швидкодія, а для інших — параметри точності, діапазони вимірювання, стійкість до зміни зовнішніх факторів.

За призначенням виробів їх показники якості також поділяють на класифікаційні, структурні та показники технічної досконалості. *Класифікаційні показники* характеризують відношення виробів до заданої класифікаційної групи відповідно до прийнятої схеми їх класифікації. Наприклад, для легкових автомобілів та автобусів класифікаційними показниками можуть бути кількість місць у салоні, потужність двигуна, рівень шуму у салоні, місткість багажника тощо; для вантажних автомобілів — маса вантажу, найбільші габарити, швидкість руху, прохідність заданими дорогами тощо; для електромоторів — потужність, швидкість обертання, крутильний момент, коефіцієнт корисної дії; для металорізальних верстатів — точність оброблення, швидкість обертання шпинделя, висота його центрів, відстань між ними, потужність двигуна; для транспортерів і конвеєрів — вантажопідіймальна

сила, швидкість руху, допускні габарити та маса вантажу; для засобів вимірювання та контролю — точність, діапазони вимірювання тощо.

Структурні показники якості характеризують конструкцію виробу, склад комплектувальних частин, характер і способи з'єднань між окремими частинами.

Показники технічної досконалості характеризують рівень використання для побудови виробів сучасних досягнень науки та техніки, технічну та економічну ефективність прийнятих конструкторських і технологічних рішень. Наприклад, для багатьох виробів машинобудування такими показниками можуть бути рівень використання засобів механізації та автоматизації праці, засобів обчислювальної, електронної, сенсорної техніки. Порівняння якості виробів за показниками призначення роблять тільки для однотипних виробів і за однаковими показниками їх якості.

10.2. Показники надійності і довговічності виробів

Надійністю називають властивість виробів зберігати у часі та заданих допускних межах всіх параметрів їх якості відповідно до заданих умов їх використання, ремонту, зберігання та транспортування. Іншими словами, надійність — це такі показники якості виробів, як безвідмовність у виконанні функцій, ремонтпридатність, у разі необхідності усунення причин тимчасової втрати заданої якості виробів, і схоронність протягом заданого часу.

Найчастіше за показники надійності (ГОСТ 27.001-95; ГОСТ 27.301-95) приймають ймовірність безвідмовної роботи, середнє напрацювання на відмову та інтенсивність відмов у роботі.

За додатковий показник надійності виробів приймають показник відновлюваності, що характеризує їх властивість відновлювати свій початковий стан. Відповідно до цього вироби поділяють на відновлювані та невідновлювані. У разі тимчасової відмови у роботі відновлювані вироби після їх ремонту здатні набувати початкового стану, невідновлювані не підлягають ремонту. Такі вироби списують і замінюють новими.

Показниками відновлюваності виробів переважно є швидкість відновлення їх початкової якості; час, потрібний для їх ремонту; трудомісткість технологічного процесу ремонту або (за виняткових умов) відсоток відновлених властивостей виробів.

Довговічністю називають проміжок часу, у якому вироби спроможні виконувати задані функції у межах допускних відхилень в умовах належного їх технічного обслуговування та ремонту. Після цього подальше використання їх неможливе через зниження якості, безпеки праці, технічну чи економічну недоцільність. Такий стан виробів називають *граничним*.

Показниками довговічності за стандартами вважають заданий ресурс часу роботи виробу, який визначають напрацюванням його до граничного стану та термін служби, яким називають календарний термін роботи виробу за призначенням. За напрацювання залежно від

типу виробу приймають час виконання роботи або її обсяг. Показники довговічності виробів характеризують не тільки періоди роботи, а й періоди їх транспортування та зберігання.

10.3. Показники ремонтної спроможності виробів

Показники ремонтної спроможності характеризують властивості виробів, які полягають у придатності до знаходження та уникнення причин відмов у роботі, а також — в усуванні їх наслідків шляхом належного технічного обслуговування та ремонту (заміни чи відновлення спрацьованих частин, додаткового регулювання та налагодження).

За показники ремонтної спроможності переважно приймають ймовірність відновлення виробу у заданий термін часу або середній час відновлення працездатності. На ремонтпридатність впливають конструктивні особливості виробів та їх складових частин; доступність до місць обслуговування, налагодження, регулювання; наявність і повнота виконання вимог інструкцій з використання та ремонту виробів, графіків технічного обслуговування; кваліфікація та дисциплінованість кадрів тощо. Ремонтна спроможність виробів залежить від технологічності їх конструкцій, кількості та якості складових частин, використаних для їх побудови.

Показники схоронності виробів характеризують їх властивості безперервно до моменту використання зберігати задані показники якості у заданих умовах використання протягом заданого періоду часу.

Основним показником схоронності виробів є середній термін їх зберігання, за який приймають календарний термін зберігання та транспортування виробів у заданих умовах, протягом і після якого якість виробів залишається у заданих межах. Вироби протягом часу схоронення перебувають у робочому стані, а середній термін їх схоронності — це математичне його сподівання.

10.4. Ергономічні та естетичні показники якості виробів

Ергономічні показники якості виробів характеризують взаємозв'язок людини, виробу та навколишнього середовища з урахуванням вимог людини до виробів і навколишнього середовища. Вимоги людини до виробів визначаються її фізичним станом і фізіологічними потребами, серед яких антропометричні характеристики людини (форма та розміри тіла у різних робочих позах, динаміка їх зміни); характеристики активності людини (сила, швидкість, економічність її рухів тощо); можливості та особливості функціонування органів сприймання, пам'яті та мислення людини; вплив середовища на ефективність діяльності людини; рівень її кваліфікації тощо.

Ергономічні показники виробів (ГОСТ 30.001-83) переважно поділяють на групи, що характеризують: ступінь відповідності виробів ергономічним вимогам до робочої пози, зони досяжності, розмірів рук і ніг, маси тіла тощо; ступінь відповідності виробів

ергономічним вимогам до обсягів і швидкості робочих рухів, потрібних зусиль, форми, яскравості, кольору та контрастності об'єктів спостереження, джерел звукової, смакової, чуттєвої інформації можливостям відповідних органів людини; безпосередній вплив робочого середовища (температури, вологості, вібрацій, атмосферного тиску, шуму, випромінювань, хімічного ркладу повітря, магнітного, електричного та електромагнітного полів тощо) на ефективність діяльності людини.

Ергономічні показники якості виробів часто не співпадають з ергономічними їх параметрами. Наприклад, ергономічним показником якості будь-якої машини є сила, яку потрібно прикладати до ручки чи важеля, а ергономічними параметрами цієї ж машини можуть бути розміри ручки чи важеля, висота підлокітника, кут нахилу сидіння тощо.

Естетичні показники якості виробів характеризують інформаційну виразність, раціональність розмірів, кольорів, якість поверхонь, цілісність композиції, досконалість форми виробів тощо.

За критерії естетичної оцінки приймають ряд зразкових виробів аналогічного призначення та типу, розроблених експертами на основі зразків, затверджених як базові. Естетичні показники якості виробів визначають спеціальні експертні комісії. Для визначення естетичних показників виробів розробляють спеціальні методики, у яких переважно

використовують бальну систему зі заданою найбільшою кількістю балів (5, 10, 100 тощо).

10.5. Показники технологічності конструкції виробів

Показники технологічності конструкцій виробів машинобудування характеризують ефективність конструкторських і технологічних рішень, прийнятих і реалізованих під час проектування, виготовлення та використання виробів. До показників технологічності конструкцій виробів належать трудомісткість виготовлення, технологічна вартість, питома трудомісткість виготовлення та використання, питома технологічна вартість, питома матеріаломісткість, питома енергоємність, коефіцієнт використання матеріалу, коефіцієнти уніфікації, стандартизації тощо.

Для порівняння показників технологічності конструкцій виробів залежно від виду та їх складності використовують один чи кілька з перелічених показників. Наприклад, для добору показників технологічності конструкцій виробів металургійної промисловості перевагу віддають показникам матеріаломісткості, енергоємності та коефіцієнта використання матеріалу; для виробів машинобудування — показникам трудомісткості виготовлення, питомій матеріаломісткості та енергоємності; для виробів радіоелектронної промисловості — показникам питомої матеріаломісткості, уніфікації, стандартизації тощо.

10.6. Показники транспортабельності, стійкості до середовища, впливу на нього та безпеки виробів

Показники транспортабельності характеризують властивості виробів, які сприяють їх транспортуванню. Показниками транспортабельності можуть бути витрати праці та матеріалів для підготовки виробів до транспортування, самого процесу транспортування та підготовки виробів після нього. Всі витрати беруть відносно одиниці маси виробу чи одиниці шляху транспортування. Що менші ці показники, то вища транспортабельність виробу. Оскільки перелічені вище витрати праці та матеріалів можуть бути як прямими, так і посередніми, то й показники транспортабельності відповідно називають прямими чи посередніми.

Показники стійкості виробів до впливу на них зовнішнього середовища характеризують їх здатність зберігати задані властивості під час дії на них зовнішніх факторів (температури, атмосферного тиску, вологи, вібрацій, ударів, шумів, електричних і магнітних полів тощо).

Показники впливу виробів на довкілля характеризують рівень шкідливих викидів, що виникають під час їх використання, зберігання чи транспортування. Наприклад, для автомобілів показником впливу є вміст оксиду вуглецю у викидних газах їхніх двигунів.

Показники безпеки виробів характеризують рівень їх безпеки для людей та близьких до них об'єктів під час використання, транспортування та зберігання.

Наприклад, електроустаткування має мати низький опір заземлення, малий час спрацювання захисту від короткого замикання в електричних ланцюгах.

10.7. Економічні показники якості виробів

Економічні показники якості виробів характеризують властивості продукції, що відображають її досконалість за рівнем використання окремих витрат відносно основних параметрів виробів. До них належать показники економного використання сировини, матеріалів, енергії, палива, трудових ресурсів. Їх переважно виражають за допомогою коефіцієнтів використання матеріально-трудова ресурсів на одиницю продукції. В них враховують не тільки кількість основних ресурсів, витрачених для виготовлення продукції, а й витрати для використання, ремонту, транспортування, зберігання продукції тощо. До уваги беруть не тільки вартість чи ціну матеріально-трудова ресурсів, а й їх дефіцитність в Україні та відношення до обороноздатності держави.

Оскільки витрати на проектування, виготовлення, використання та зберігання прямо не можуть характеризувати якість виробів, а впливають на величину витрат під час їх використання, то за економічні показники якості виробів приймають вартість одного виробу або зведені витрати на один виріб, які можна записати у вигляді

$$B_3 = B_1 + E_n + K_1,$$

де B_3 — зведені витрати на один виріб, грн; E_n — нормативний коефіцієнт економічної ефективності

капітальних витрат, для машинобудування приймають $E_n = 0,15$; K_1 — питомі виробничі фонди (середньорічна сума основних і оборотних коштів), що стосуються річного обсягу випуску продукції.

Відносний економічний показник виробів визначають, порівнюючи витрати на використання базового зразка та досліджуваного виробу.

10.8. Показники стандартизації та уніфікації виробів

Показники стандартизації та уніфікації виробів характеризують ступінь використання у виробках відповідно стандартних чи уніфікованих складових частин, якими можуть бути деталі, вузли, агрегати тощо. Для однозначності розрахунків показників стандартизації та уніфікації до стандартних відносять вироби, виготовлені за державними стандартами, до уніфікованих — вироби, які використовують не тільки у заданому складнішому виробі, але й у інших виробках, що виготовляються промисловістю, а до оригінальних — вироби, які розроблені та використовуються тільки для заданих виробів.

За показники стандартизації та уніфікації приймають коефіцієнти використання, повторення, взаємної уніфікації та уніфікації групи виробів.

10.9. Показники патентоспроможності виробів

Показники патентоспроможності характеризують ступінь оновлення технічних рішень у виробі, їх патентний захист і змогу реалізації виробів на ринках світу. До факторів, які визначають патенто-

спроможність виробів, належать: технічне рішення, не визнане винаходом, на яке не подана заява на захист у жодній з країн світу; технічне рішення, на яке подана заява на захист хоча б у одній з країн світу; технічне рішення, яке визнане винаходом у будь-якій країні світу; технічне рішення, на яке подана ліцензія у будь-які країни світу, включно з «ноу-хау»; кількість країн, у які подані заяви, отримані патенти або продані ліцензії; значущість країн, де подані заяви, отримані патенти, продані ліцензії, у світовому рейтингу; використання або час чинності винаходу (час від початку чинності патенту чи авторського свідоцтва на винахід до моменту оцінювання).

Під час визначення патентоспроможності враховують наявність у виробі вітчизняних і зарубіжних технічних рішень, визнаних винаходами залежно від їх використання та ступеня значущості для заданого виробу (показник рівня використання); використання у виробі вітчизняних винаходів, захищених авторськими свідоцтвами чи патентами (показник патентного захисту); патентну чистоту відносно України та інших країн потенційного товарообороту з урахуванням значущості порушених патентів для виробу (показник патентної чистоти).

Показник рівня використання винаходу залежить від того, чи технічні рішення, покладені в основу виробу, є винаходами та як від цього змінюється їх значущість. Враховують також термін їх реєстрування.

Показник патентного захисту виробу залежить від кількості країн, у яких запатентовано прийнятий для виробу винахід, з урахуванням значущості для кожної з країн патентування.

Показник патентної чистоти виробу характеризує можливість його реалізації без порушення патентних прав третіх осіб на території країн можливої реалізації. Якщо технічні рішення, прийняті для виробу, патентно чисті, але у виробі є деякі другорядні технічні рішення (комплектувальні вироби, матеріали тощо), які не мають патентної чистоти, то загальний показник патентної чистоти виробу визначають за ціною його частин, які мають (не мають) патентну чистоту.

Наявність патентів-аналогів третьої особи для заданого винаходу у декількох країнах реалізації виробів відповідно звужує можливий ринок збуту та збільшує витрати на їх реалізацію. Основні положення з патентних досліджень викладені в ДСТУ 3575-97.

Лекція № 11.

Визначення рівня якості продукції

11.1. Загальні положення

Показники якості продукції відіграють таку ж роль, як і ФВ у вимірюваннях. Але, знаючи ці показники, не можемо зробити висновку про якість самої продукції. Лише порівнюючи показники якості з аналогічними показниками якості інших різновидів виробів, можемо дати відповідь на питання щодо якості продукції.

Розрізняють два способи визначення якості продукції: *за шкалою інтервалів* з'ясовують, якість якої продукції

вища чи нижча, а за *шкалою відношень* вимірюють, у скільки разів. В обох способах спочатку знаходять значення показників якості продукції, а потім їх порівнюють.

Розроблено також чимало методів визначення якості продукції та її рівня. За ДСТУ2925 — 94 передбачені такі методи оцінки рівня якості продукції: диференційний, вимірювальний, комплексний, органолептичний, розрахунковий, реєстраційний, змішаний, соціологічний, статистичний та експертний.

Диференційний метод визначення рівня якості продукції полягає у знаходженні окремих одиничних показників її якості, *розрахунковий* — у визначенні їх за допомогою аналітичних і теоретичних розрахунків. Якщо показники якості продукції знаходять не шляхом аналітичного розрахунку, а експериментальним вимірюванням, то такий метод називають *вимірювальним, чи інструментальним*. За цим методом визначають геометричні розміри виробів, їх масу, час напрацювання на відмову в роботі тощо. Вимірювання здійснюють за допомогою обох зазначених вище шкал, але частіше користуються шкалою відношень. Інструментальний метод дуже поширений в машинобудуванні через його об'єктивність, високу точність і можливість автоматизації.

Експертний метод вимірювання показників якості, що полягає у вимірюванні показників якості продукції експертами, використовують тільки тоді, коли неможливо, складно чи економічно недоцільно

застосовувати інструментальний метод. Його використовують, наприклад, для вимірювання ергономічних та естетичних показників якості продукції. Експерти застосовують всі вимірювальні шкали, але частіше — так звані шкали порядків чи інтервалів (особливо реперні шкали з бальною системою градації).

Користуючись органолептичним методом вимірювання показників якості, замість ЗВТ використовують органи чуттів експертів. Цей метод особливо поширений в харчовій, парфумерній промисловості та медицині.

Комплексний метод полягає у визначенні рівня якості продукції за допомогою кількох показників якості продукції водночас, а *змішаний метод* може поєднувати в собі декілька методів водночас (вимірювальний, органолептичний тощо).

Соціологічний метод вимірювання показників якості продукції — це масові опитування споживачів чи користувачів продукції та оброблення цих результатів експертами. Опитування проводять за допомогою анкетування, голосування тощо. Використовують цей метод переважно для визначення показників якості товарів широкого вжитку, а також попиту на окремі види товарів, з'ясування громадської думки щодо певних виробів.

Вимірюють звичайно окремі одиничні показники якості. Показники стандартизації, уніфікації, патентоспроможності, безпеки, економічності, однорідності продукції визначають шляхом роз-

рахунків. Аналогічно знаходять значення комплексних показників якості продукції, але інструментальним чи експертним методом визначають для цього коефіцієнти вагомості.

Оскільки результати всіх вимірювань є випадковими величинами, то математичні дії над ними виконують за правилами оброблення випадкової інформації. Але яким би шляхом не отримували значення показників якості продукції, їх порівняння здійснюють завжди за шкалою інтервалів чи за шкалою відношень.

Якість як об'єкт вимірювання є багатовимірною і тому не може характеризуватися тільки одною ФВ чи показником якості. Оскільки показники якості — величини змінні в часі, то порівнюють їх з урахуванням цієї динаміки. Якщо якість змінюється у бік її підвищення, то порівнювану за шкалою інтервалів різницю між вихідним і порівнюваним з ним значенням показника якості беруть з додатним знаком, а в протилежному випадку — з від'ємним.

Мета визначення рівня якості виробів — розроблення заходів з його підвищення та досягнення оптимального значення. Рівень якості виробів дає змогу оцінити перспективність виробництва виробів і приймати своєчасні рішення щодо припинення випуску виробів з недостатнім рівнем якості та замінювати їх новими. Нові вироби, які запускають у виробництво, мають бути на рівні ліпших, які виготовляють передові підприємства та фірми.

Рівнем якості виробів машинобудування називають відносну характеристику показників їх якості порівняно з аналогічними базовими показниками якості зразкових виробів. За зразкові вироби для визначення рівня якості беруть дібрані за спеціальною методикою вироби аналогічного призначення [16, 17].

Кожний виробник розробляє заходи, щоб забезпечити світовий рівень якості виробів, які він виготовляє. Це гарантує їх конкурентоспроможність та ефективність виробництва.

Визначають рівень якості виробів за диференційним, комплексним і змішаним методами. За *оптимальний* приймають такий рівень якості виробів, за якого найближчі до базових показники якості отримують з найменшими витратами на виробництво. Такий рівень якості виробів зумовлюється рівнем технології та наявної виробничої бази, доступністю та дешевизною матеріальних ресурсів, кваліфікацією кадрів, своєчасним використанням нових досягнень науки й техніки. Строки використання та зберігання виробів встановлюють відповідно до строків їх морального старіння та рівня попиту на них.

Динамічна якість виробів — це показник, який визначає залежність показників довговічності від факторів, що зумовлюють прискорення його спрацювання (вібрацій, дисбалансів, пружних деформувань, низької точності виготовлення тощо). Такі показники отримують на підставі

експериментальних досліджень або досвіду використання виробів у реальних умовах.

Виробники розробляють заходи безперервного поліпшення показників якості. У машинобудуванні вдосконалюють конструкції виробів, технологічні та виробничі процеси їх виготовлення й використання, вивчають можливості заміни використовуваних матеріалів і комплектувальних виробів новими, які мають вищі показники використання, надійності, довговічності та ліпші економічні показники якості.

Ефективність роботи з поліпшення рівня якості виробів часто зумовлюється недосконалістю методики та засобів визначення як окремих показників якості, так і загального рівня якості виробів.

11.2. Диференційний метод визначення рівня якості продукції

Диференційний метод визначення рівня якості продукції полягає у порівнянні множини одиничних показників якості з відповідною множиною значень базових показників якості.

Залежно від того, отримані відносні значення показників більші чи менші за одиницю, маємо технічний рівень якості нової продукції вищим чи нижчим від базового рівня.

Якщо частина відносних значень показників вища, а частина з них нижча за одиницю, то застосовують комплексний, а не диференційний метод визначення рівня якості виробів.

Отримані значення показників рівня якості виробів мають бути у межах допускних відхилень. Нижнє відхилення переважно визначають відповідно до технічно-експлуатаційних вимог, а верхнє — за економічною доцільністю, що диктується ринком реалізації виробів.

11.3. Комплексний метод визначення рівня якості продукції

Комплексний метод визначення рівня якості продукції полягає у порівнянні так званих комплексних показників рівня якості замість одиничних.

Спочатку за чинною методикою [15, 18, 19] на підставі множини одиничних показників знаходять комплексні показники рівня якості заданої та базової продукції, а потім оцінюють її рівень якості.

Знаходження комплексних і відносних показників якості продукції на підставі відповідних множин одиничних показників здійснюють за одною методикою. Наприклад, якщо комплексний показник знаходять як середнє арифметичне відносних одиничних показників якості продукції, то його абсолютне значення дорівнює 1,2. З урахуванням коефіцієнтів вагомості, що по-різному впливають на ординати відносних показників якості, абсолютне значення показника якості продукції може відповідно змінюватися. Але якщо абсолютні й відносні показники якості, що об'єднуються в комплексні за однаковими правилами, мають однакові ще й коефіцієнти вагомості, то порядок їх ранжування не змінюється.

У разі значної кількості одиничних показників якості зведення їх до одного комплексного може зумовити деяку втрату інформації. Щоб уникнути цього, із загальної кількості показників добирають тільки ті, які характеризують якість продукції з одного боку (економіка, естетика тощо), і з їх допомогою здійснюють подальші розрахунки. За такими показниками визначають, наприклад, рівень якості виготовлення продукції, її нормативний, технічний та економічний рівні. Рівень якості продукції характеризують всією сукупністю одиничних показників, або комплексним її показником.

Зазначений метод необхідний для визначення рівня якості складних виробів, які мають чималу кількість одиничних показників рівня якості складових частин продукції. Тому така задача є достатньо складною та неоднозначною. Основна складність її полягає у необхідності забезпечення достатності комплексних показників.

Комплексні показники рівня якості виробів переважно визначають за залежністю основного й інтегрального показників рівня якості виробів або за середніми опосередкованими показниками. Для реалізації цього методу здебільшого беруть показники якості виробів, що найповніше представляють їх призначення. Наприклад, для легкових автомобілів комплексним показником може бути витрата пального на 100 км шляху; для вантажних автомобілів — кількість тонно-кілометрів вантажних перевезень; для металорізальних

верстатів — продуктивність чи точність оброблення поверхонь деталей тощо.

Лекція № 12.

Статистичний та експертний методи визначення рівня якості продукції

12.1. Загальні положення

Статистичний метод визначення рівня якості виробів, який використовують у серійному та масовому виробництві, полягає у періодичному виборі певної групи виробів, вимірюванні показників їх якості (наприклад, розмірів окремих поверхонь) і розробленні заходів щодо забезпечення заданого у технічних вимогах рівня якості виробів [13].

За отриманими результатами роблять висновки про відповідність заданого виробничого процесу отримання виробів вимогам конструкторської документації. Основною перевагою статистичного методу є те, що він дає змогу швидко та з високою точністю визначати не тільки рівень якості виготовлених виробів, але й прогнозувати його зміну в часі. На основі періодично отримуваної інформації про рівень якості виробів у технологічні процеси вносять відповідні корективи. Таким чином статистичний метод визначення рівня якості виробів дає змогу керувати технологічними процесами їх виготовлення, а застосування засобів обчислювальної техніки — автоматизувати їх.

Статистичний метод визначення рівня якості виробів ґрунтується на положеннях математичної статистики. Якість виробів машинобудування зумовлюється

багатьма параметрами фізичних, хімічних, електричних, магнітних, механічних, геометричних величин. Розглянемо статистичний метод визначення якості виробів на прикладі точності їх геометричних розмірів, які отримують шляхом різання матеріалів. Цей метод оброблення матеріалів є найпоширенішим і найтрудомісткішим з використовуваних у машинобудуванні.

Точність геометричних розмірів виробів оцінюють за допомогою істинних відхилень розмірів форми поверхонь та їх взаємного розміщення від заданих у робочих кресленнях, які називають *похибками розмірів*. За математичною статистикою похибки поділяють на систематичні та випадкові. Систематичні похибки є сталими за їх абсолютною величиною та знаком і повторюються в більшості об'єктів дослідження (вимірюваних розмірах деталей чи заготовок із дібраної партії) або змінюються за заданою залежністю (законом, функцією тощо). Систематичні похибки розмірів поверхонь та їх взаємного розміщення можуть бути наслідком виготовлення та налагодження оброблювального устаткування чи контрольно-вимірювальних засобів, зміни впливових факторів (температури середовища, у якому виготовляють чи вимірюють розміри виробів; величини спрацювання різальних інструментів).

Для виробів, отриманих без зняття стружки (литтям, куванням, штампуванням, пресуванням, витискуванням), причинами, що зумовлюють появу

систематичних похибок їх отримання, можуть бути похибки розмірів форми та взаємного розміщення поверхонь ливарних форм і шишок, штампів, пуансонів, матриць, пресформ, а також похибки виготовлення та налагодження устаткування, спорядження та контрольно-вимірювальних засобів.

Випадкові похибки є величинами змінними як за їх значенням, так і за знаком. Вони можуть змінюватися за невідомими залежностями (законами, функціями), не повторюються у більшості об'єктів дослідження, жодна з них не має явної переваги. Випадкові похибки отримання розмірів поверхонь та їх взаємного розміщення для виробів машинобудування можуть бути наслідком дії багатьох впливових, змінних за величиною та знаком факторів. До таких факторів для технологічних процесів отримання виробів за допомогою різання матеріалів належать неоднорідність твердості матеріалів, величини припусків на оброблення різанням, наявність твердих включень у верхніх шарах матеріалів, які знімаються внаслідок різання, міцність оброблювальних матеріалів, жорсткість технологічних оброблювальних систем, кваліфікація робітників тощо.

Для виробів, отриманих без зняття стружки, причинами, що зумовлюють появу випадкових похибок розмірів поверхонь та їх взаємного розміщення, можуть бути похибки форми та розмірів вихідних заготовок, з яких виготовляють вироби, температура оброблювальних матеріалів та спорядження, наявність

та якість змащування робочих поверхонь спорядження та інструментів, якість виготовлення технологічного спорядження, спрацювання робочих і рухомих (напрямних) поверхонь, кваліфікація робітників тощо. Оскільки систематичні похибки можуть бути визначені як за величиною, так і за знаком, то для підвищення точності виготовлення виробів їх часто зменшують або зовсім усувають шляхом внесення відповідних корективів або у налагодження технологічної системи їх виготовлення (устаткування, спорядження, різальних і формувальних інструментів тощо), або у контрольно-вимірювальні засоби. Тому під час визначення рівня якості виробів статистичним методом основну увагу приділяють вивченню та зменшенню випадкових похибок основних параметрів виробів.

Експертний метод визначення показників якості продукції полягає у використанні рішень експертів, якими можуть бути висококваліфіковані фахівці, що успішно закінчили навчання та отримали знання, передбачені вимогами до експертів з визначення якості певної продукції.

12.2. Характеристики розсіяння випадкових величин

Під *розсіянням фізичних величин* розуміють такі відмінності у їх значеннях, які теоретично мали б бути рівними. Для лінійних чи кутових розмірів — це істинні відхилення від номінального чи середнього значення, які можуть бути зумовлені як систематичними, так і випадковими похибками.

Результати вимірювання розмірів визначають за допомогою статистичних (ймовірнісних) характеристик [13, 15].

Істинний діапазон розсіяння розмірів — це різниця між найбільшим і найменшим значеннями розмірів досліджуваних поверхонь виробів у дібраній партії, тобто

$$R = X_{\max} - X_{\min},$$

де R — діапазон розсіювання розмірів у партії, мм; X_{\max} і X_{\min} — найбільший та найменший розміри досліджуваних поверхонь виробів, мм. Характер розсіяння визначають за допомогою полігону, гістограми або кривої розсіяння (рис. 12.1). По горизонтальній осі у довільному масштабі відкладають розміри поверхні ΔX_i .

По горизонтальній осі відкладають відхилення розмірів ΔX_i від середнього арифметичного його значення з урахуванням їх знаків. За нульову позначку при цьому приймають середній розмір заданої поверхні згідно з робочим кресленням.

Кількість виробів, що мають виміряні розміри заданої поверхні у межах кожного умовного діапазону розмірів чи їх відхилень ΔX_i відкладають у довільному масштабі по вертикальній осі координат. З'єднавши точки, що відповідають кількості валів (частоті появи), які мають вказані розміри, отримують ламану лінію, яку називають *полігоном розсіяння розмірів*. *Гістограмою* називають ламану лінію, що з'єднує середини

горизонтальних відрізків довжиною, яка дорівнює умовному діапазону розмірів (рис. 12.1, а).

Як гістограму, так і полігон можна апроксимувати плавною кривою, яку називають *кривою розсіяння*, або кривою розподілу розмірів валів заданої групи. Для апроксимації використовують відомі з математичної статистики закони розподілу випадкових величин та їх геометричні формули.

За допомогою гістограми та полігону розподілу характеризують дискретні величини, а за допомогою кривої розподілу — неперервні. *Дискретною* називають величину, яка може набувати тільки окремих значень у заданому інтервалі фізичних величин, а *неперервною* — величину, що може набувати будь-якого значення всередині заданого інтервалу. Як приклад неперервної величини можна навести істинні розміри поверхонь валів, які отримують з ідеальною точністю. Якщо ці розміри вимірюють засобом вимірювання із заданою (обмеженою) точністю, то істинні значення вважають дискретними.

Відповідно до цього розрізняють терміни для дискретних і неперервних величин. Наприклад, для дискретних величин кількість валів, що мають розміри у заданому умовному діапазоні, називають *частотою* n_{xi} та *відотною частотою* (n_{xi}/N), а для неперервних величин їх відповідно називають *щільністю ймовірності* u та *ймовірністю* udx (див. рис. 12.1, б і в).

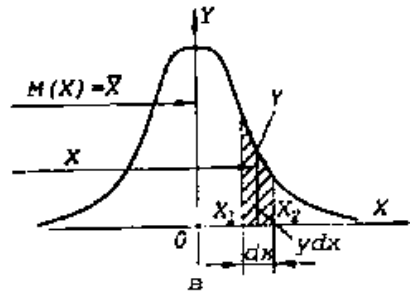
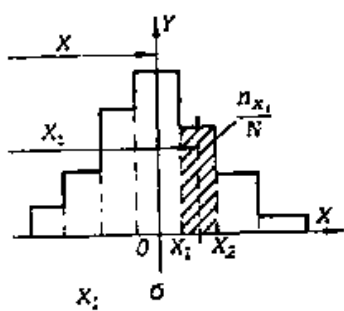
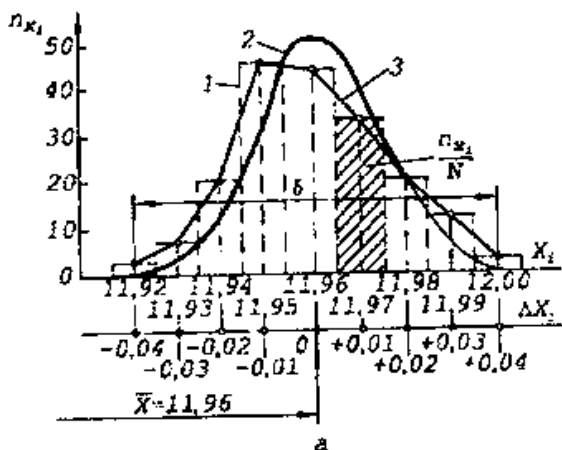


Рис. 12.1

Зв'язок між ймовірністю та частотою появи фізичної величини визначають за законом великих чисел, сформульованим Я.Бернуллі у такій теоремі: з ймовірністю, близькою до вірогідності, що за достатньої кількості дослідів частота спостережуваної події якомога менше відрізняється від її ймовірності. Для безперервної функції $y = f(x)$ з диференціальним законом розподілу випадкових величин ймовірність

знаходження розміру X_i у межах від x_1 до x_2 (рис. 12.1, в) дорівнює площі між ординатами кривої, що відповідає цим значенням.

12.3. Визначення точності статистичних показників рівня якості виробів

Для оцінки точності отриманих показників рівня якості виробів спочатку визначають їх емпіричні величини: середнє арифметичне \bar{x} , дисперсію σ^2 та середнє квадратичне відхилення σ . Знайдені значення порівнюють до їх теоретичних аналогів: математичного очікування $M(x)$, дисперсії σ_T^2 і середнього квадратичного відхилення σ_T . Рівнозначність цих емпіричних і теоретичних величин можлива тільки для дуже великої кількості експериментів ($N \rightarrow \infty$).

За допомогою розподілу Стьюдента для заданої кількості експериментів N (дібраних виробів у дослідній партії) визначають межі ймовірності похибки $M(x)$.

Розподіл Стьюдента дає змогу визначити надійність β для заданого значення ймовірної похибки ε математичного сподівання $M(x)$, або, навпаки, для заданої надійності β знайти ймовірну допускну похибку ε математичного сподівання $M\{x\}$. Відповідно до цього, задаючись надійністю β , для заданої кількості ступенів свободи за таблицями знаходять коефіцієнт Стьюдента

За кількість ступенів свободи K приймають кількість вимірювань виробів, зменшених на кількість невідомих

характеристик. Для визначення середнього арифметичного кількість ступенів свободи приймають $K = N - 1$.

Лекція № 13.

Системи забезпечення, керування якістю та штрихове кодування продукції

13.1. Основні напрямки підвищення якості продукції

Процеси удосконалення якості продукції, поліпшення її показників, розроблення та освоєння випуску нової продукції відбуваються безперервно. Одним із основних рушіїв технічного прогресу є конкурентна боротьба за ринки збуту. Та незалежно від причин, що сприяють розвиткові нової техніки, основними напрямками створення нової продукції та безперервного підвищення її якості є:

- пошук інформації, аналіз потреб споживачів;
- вивчення сучасних досягнень науки та техніки;
- розроблення стратегії й тактики удосконалення старої продукції та створення нової;
- складання технічних вимог і завдань на удосконалення чи створення нової продукції;
- техніко-економічне обґрунтування потреби створення нової чи удосконалення старої продукції;
- розроблення та прийняття програм і проектів здійснення відповідних дослідницьких і конструкторських робіт;
- визначення та забезпечення фінансування робіт;

- розроблення необхідної документації для створення, виготовлення та випробування перших зразків і дослідних партій;
- розроблення документації для серійного виготовлення продукції;
- випробування та сертифікація нової продукції;
- створення та розповсюдження реклами, знаходження та закріплення ринків збуту для нової продукції тощо.

На стадії створення нову продукцію випробовують і досліджують у близьких до реальних умовах і з достатнім запасом надійності [19, 20]. Для забезпечення заданої якості продукції недостатньо розробити конструкцію, комплект технічної документації, освоїти та виготовити зразки нової продукції в умовах серійного виробництва. Все це треба здійснити у найкоротші терміни, а також розробити та реалізувати програми високоефективного використання нової продукції, забезпечити її випуск для певних споживачів. Для цього створюють мережу служб з реклами, обслуговування, використання, ремонту, реалізації нової продукції чи виробів, забезпечення запасними частинами та матеріалами, необхідними для високоефективного її використання.

Основним способом створення конкурентно-спроможної продукції в умовах ринкової економіки є системне керування її якістю. Тільки продукція, яка створена для певного споживача, може бути конкурентноспроможною. Систему створення та

керування якістю продукції будують на підставі всебічного та детального дослідження ринку її збуту.

Для забезпечення заданої якості нової продукції чи виробів вивчають і організують надійне постачання її виробництва необхідною сировиною, матеріалами та комплектувальними виробами, а також організують відповідну виробничу базу, рекламу та збут. Партнери мають бути надійними, вони повинні забезпечувати своєчасне постачання вихідних матеріалів відповідно до встановлених сторонами термінів. Основним правилом у виробників має бути якість і надійність продукції з урахуванням її вартості та ціни. Способів досягнення цієї мети чимало, кожний виробник продукції (підприємство, завод, фірма) розробляє свою стратегію та тактику. Одні виробники продукції для забезпечення заданої якості сировини, матеріалів і комплектувальних виробів створюють спеціальні служби та лабораторії вхідного контролю, інші економлять на цьому й довіряють постачальникам.

Велике значення для забезпечення заданої якості продукції має метрологічна база. Забезпечення високоякісними контрольно-вимірювальними засобами, належною методикою процесів визначення якості сировини та інших вихідних матеріалів, напівфабрикатів, заготовок, проведення метрологічної експертизи конструкторської та технологічної документації на стадії технічного підготовлення виробництва, повне виконання технологічних процесів на всіх стадіях “життя” продукції — виготовлення,

використання, зберігання та ремонту — дають змогу досягати заданої її якості.

Важлива роль у створенні та забезпеченні якості продукції (виробів), ринку її збуту належить не тільки конструкторам і технологам, а й менеджерам і маркетингологам..

13.2. Завдання внутрішніх служб з контролю якості продукції

Система внутрішнього контролю якості продукції, що взаємодіє з відповідними державними організаціями, охоплює всі стадії її розроблення, виготовлення, використання, транспортування та зберігання. Окрім цього, вся продукція, призначена для продажу, підлягає сертифікації.

Усі органи та організації зі сертифікації продукції керуються чинними на території України стандартами з організації, порядку й термінів проведення, методики та засобів наукового, методологічного, технічного та організаційного забезпечення всіх заходів щодо належного рівня якості продукції, гарантування інтересів споживачів, здоров'я населення України, чистоти довкілля, безпеки життя та праці людей, збереження тваринного й рослинного світу.

На підприємствах і у фірмах з контролю якості продукції створюють спеціальні служби та органи, що відповідають за якість виготовленої продукції, контроль якості сировини та комплектувальних виробів, повноту здійснення технологічного процесу виготовлення, правила транспортування та зберігання

матеріалів, напівфабрикатів, готової продукції, якості їх маркування, пакування тощо.

У цехах і дільницях працюють спеціальні відділи та лабораторії, що відповідають за організацію, координацію, матеріальне, технічне, метрологічне забезпечення всіх заходів з контролю якості продукції та виробничих процесів.

Державні, регіональні, міжобласні організації та служби забезпечують нагляд і контроль за якістю сертифікованої продукції, складають переліки дозволеної до реалізації на території України та за її межі продукції, а також забороненої до такого поширення продукції на підставі результатів її сертифікації. Усі органи та організації з контролю та сертифікації продукції не мають залежати від її виробників і адміністративних керівників жодного рівня (району, міста, області, міністерства тощо). Це гарантує незалежність та ефективність їх роботи.

Основними завданнями органів з перевірки, нагляду, контролю та сертифікації є недопущення випуску продукції, яка не відповідає обов'язковим вимогам стандартів, технічних умов, затвердженим зразкам проектної, конструкторської та технологічної документації, укладеним угодам; зміцнення виробничої дисципліни та підвищення відповідальності всіх виробничих ланок за якість виготовлюваної продукції; забезпечення безперервного розвитку та удосконалення систем технічного контролю якості продукції.

Акредитовані органи та служби з перевірки, нагляду та сертифікації продукції відповідно до установленого порядку мають право: оформляти сертифікати та інші документи, що засвідчують відповідність контрольованої ними продукції встановленим вимогам; зупиняти випуск, продаж, перевезення, вивіз, використання неякісної продукції; недопускати використання неякісної сировини, напівфабрикатів заготовок, комплектувальних виробів, різальних інструментів, контрольно-вимірювальних засобів, що не відповідають певним вимогам; забороняти проведення технологічних операцій на устаткуванні, в дільницях, цехах, лабораторіях, що не забезпечують належну якість виконання; вимагати усунення причин виникнення дефектів виробів, уникати порушень технології їх виробництва; притягати до відповідальності винних у виготовленні та реалізації неякісної продукції; інформувати вищі органи про порушення вимог чинних стандартів, норм і рекомендацій щодо забезпечення якості продукції; брати участь у заходах з усунення виявлених порушень технологічної дисципліни та інших відхилень від вимог стандартів.

Внутрішні контрольні служби фірм і підприємств зобов'язані:

- проводити систематичний аналіз ефективності та впроваджувати прогресивні методи їх роботи;
- контролювати вхідну сировину,

напівфабрикати та комплектувальні вироби відповідно до чинних положень;

- контролювати виконання окремих технологічних операцій, переходів, стан технологічного устаткування, різальних інструментів, контрольно-вимірювальних засобів, умови виробництва, пакування, зберігання та транспортування продукції;

- брати участь у випробуваннях нових чи модернізованих зразків продукції;

- узгоджувати з відповідними інстанціями конструкторську та технологічну документацію, що регламентує порядок, обсяг, методи та засоби контролю;

- отримувати та аналізувати статистичні дані щодо експлуатаційних характеристик і властивостей випущеної раніше продукції;

- контролювати реалізацію та ефективність заходів з усунення конструктивних і виробничих недоліків продукції та недопущення їх у майбутньому;

- брати участь у підготовці продукції до перевіряння та сертифікації;

- контролювати ізолювання забракованої продукції;

- брати участь у розробленні пер-

спективних програм щодо підвищення рівня якості продукції.

Функційні обов'язки, структуру, підпорядкованість, посадові інструкції, штатний розклад контрольних органів і служб встановлюють вищі компетентні органи відповідно до законодавства та постанов Кабінету Міністрів України.

13.3. Види технічного контролю якості продукції

Технічний контроль полягає у перевірці об'єктів на відповідність їх заданим вимогам. Об'єктами технічного контролю можуть бути продукція, виробни, технологічні процеси, заготовки, сировина тощо.

На різних стадіях “життя” продукції технічний контроль має відповідні завдання. На стадії проектування чи конструювання виробів його завдання полягає у перевірці відповідності дослідних зразків технічному завданню та конструкторській документації; на стадії серійного виготовлення — це перевіряння якості продукції, її комплектності, ходу виробничих процесів, вимог пакування, маркування; на стадії використання — перевірка виконання вимог документації з використання, ремонту та зберігання продукції.

Метод контролю — сукупність правил використання заданих принципів (фізичних, хімічних, біологічних) для виконання завдань контролю продукції чи процесів, а *система контролю* — це сукупність методів, засобів контролю та виконавців, що взаємодіють з об'єктами контролю.

Види технічного контролю поділяють залежно від:

- об'єкта контролювання — на кількісний та якісний;
- стадій “життя” виробів (*проектний, технологічний, вхідний, виробничий, приймальний та експлуатаційний*);
- повноти охоплення (суцільний та вибірковий);
- зв'язку з контрольованим об'єктом у часі (*біжучий, неперервний та періодичний*);
- змоги подальшого використання контрольованих виробів (*руйнівний та неруйнівний*);
- виду чи типу використовуваних засобів (*вимірювальний, записувальний, органолептичний, оглядовий та порівняльний*);
- виконавця (*заводський, відомчий, державний і міжнародний*);
- рівня технічного спорядження (*ручний, механізований, автоматизований та автоматичний*);
- впливу на контрольований об'єкт (*активний та пасивний*);
- типу контрольованих параметрів (*геометричний, фізичний, механічний, хімічний, металографічний, функційний, візуальний тощо*).

13.4. Види випробувань продукції

Види випробувань продукції поділяють залежно від:

- мети випробувань (*контрольні, дослідницькі та ресурсні*);
- наявності порівнювальної бази (*порівняльні та абсолютні*);
- стадій розроблення та виготовлення продукції (*попередні та приймальні*);
- рівня проведення (*галузеві, державні та міжнародні*);
- мети виконання (*періодичні та атестаційні*);
- тривалості та інтенсивності виконання (*нормальні та прискорені*);
- дії на об'єкт випробування (*механічні, електричні, магнітні, кліматичні, теплові, акустичні, гідравлічні тощо*).

Переважаю під час розроблення продукції для серійного виробництва дослідна партія зразків підлягає кільком стадіям випробувань. На стадії ескізного та технічного проектування виготовляють і випробовують макетні зразки основних складових частин продукції чи її дослідні зразки, а на стадії робочого проекту розробляють, виготовляють дослідну партію (переважно не менше ніж три) зразків, яку піддають повному циклу заводських випробувань.

За результатами перелічених випробувань продукція може бути рекомендована для освоєння у серійному виробництві. Повторні випробування проводять на

партії зразків, дібраній зі серійно виготовлених в умовах підприємства-виробника.

13.5. Системи керування якістю продукції машинобудування

Стандартизація є основою для забезпечення якості промислової продукції. Стандарти регламентують показники якості продукції, встановлені норми та вимоги, яким мають вони відповідати, методи та засоби контролю, правила маркування, пакування, використання, зберігання та ремонту. Деякі стандарти містять норми та правила виконання конструкторської та технологічної документації, правила розроблення ескізного, технічного та робочого проектів, випробовування дослідної та серійної партії виробів, передачі документації виробів у серійне виробництво тощо.

Зараз в Україні прийняті міжнародні стандарти ISO серій 9000 і 10 000, які дають методичну підставу для загального керування якістю продукції в усіх галузях промисловості та створення систем якості. Зазначені стандарти продовжують, доповнюють і розвивають чинні колись в Україні системи керування якістю продукції: наукової організації роботи з підвищення моторесурсу (НОРМ), автоматичної системи управління якістю продукції (АСУ-ЯП), комплексної системи управління якістю праці та ефективністю виробництва (КСУЯПЕВ), комплексною системою управління якістю продукції та ефективним використанням ресурсів (КСУЯ-ПЕВР) тощо.

Під час створення нової продукції слід брати до уваги і можливу шкоду та збитки, які вона може спричинити у процесі використання (відмови та зупинки у роботі, аварії, травми, низька якість виконання функцій тощо), і при виготовленні (зайві витрати часу, енергії, матеріалів, токсичність виробництва). У передових фірмах промислово розвинених країн розрізняють такі критерії забезпечення високої якості продукції: відповідність вимогам стандартів; відповідність рівню якості кращих виробів-аналогів у світі; відповідність вимогам споживачів; високий ступінь точності виконання технологічних процесів з виготовлення та використання виробів; відповідність якості продукції платоспроможності споживачів. Жодним з перелічених критеріїв не нехтують.

Стратегія та тактика керування якістю продукції — це обов'язки її виробника та споживача. Для вивчення ринку збуту продукції виробник часто запрошує кваліфікованих спеціалістів з консультаційних центрів, які шукають і вивчають так звані ніші у ринку збуту заданої продукції.

До заходів, що заплановані для підвищення рівня якості продукції, передові виробники ставляться дуже відповідально, особливо керівники підприємств та їх підрозділів. Виконання запланованих заходів безперервно контролюється висококваліфікованими менеджерами на всіх стадіях виробництва — від постачання сировини, заготовок до використання виготовленої продукції. *Менеджери* — це

професіонали-керівники виробництва продукції на всіх його рівнях. Під час контролю менеджери безпосередньо контактують як з постачальниками сировини та комплектувальних складників, так і з виробниками та споживачами продукції.

Керування рівнем якості продукції здійснюють за чинними рекомендаціями та стандартами, але у кожного виробника своя стратегія. Наприклад, японські фірми основну увагу спрямовують на відсутність у виробках дефектів, а не на їх виявлення та вивчення. Тому більшість японських виробів (автомобілі, радіоприймачі, телеапаратура тощо) порівняно з виробами закордонних підприємств мають у десятки разів менше відмов. Зараз цей досвід пильно вивчають і запозичують у деяких країнах.

У багатьох японських фірмах переважно контролюють якість виконання технологічних процесів, а не якість продукції. Тому у цих фірмах у два-три рази вища продуктивність праці.

Торгівлю та організацію збуту продукції на зовнішньому та внутрішньому ринках називають *маркетингом*, а її виконавців — *маркетологами*. Ідея випуску нових виробів чи модернізації старих переважно виникає не у конструкторів, а у маркетологів, які вивчають і знають вимоги до них та методи їх реалізації. Вони постійно контактують із замовниками та споживачами продукції, прогнозують її якість, ринки збуту, створюють їй рекламу, встановлюють та обґрунтовують гарантійні терміни, ціну

нових виробів. Маркетологи працюють для конкретних споживачів продукції.

Сфера реалізації продукції є основою інноваційної діяльності передових підприємств і фірм, а продукцію вони часто роблять не найкращу, а таку, яка сьогодні має попит. *Сучасний маркетинг* — це і ринкова концепція керування рівнем якості продукції, її виробництвом і збутом, це теорія та практика організації та керування виробничою й збутовою діяльністю колективів, що передбачає узгодження реальних ресурсів виробника продукції з ринковим попитом на неї, координацію діяльності всіх підрозділів виробника, використання нових теорій керування якістю продукції, конкурентну боротьбу (на жаль, іноді на шкоду споживачам).

13.6. Сертифікація якості продукції

Сертифікацією (від латинської мови *certus* — вірний та *facio* — роблю) називають процедуру письмового засвідчення третьою стороною (уповноваженим чи акредитованим органом) відповідності продукції, процесу чи послуги заданим вимогам, атестації виробництва та системи якості.

Ця процедура може бути у формі декларації (заяви) виробника про відповідність продукції заданим вимогам або у вигляді сертифікації — письмового підтвердження третьою стороною відповідності продукції заданим вимогам.

Сертифікація визначає основні принципи, критерії та порядок перевіряння і містить настанови з

призначення, планування, здійснення та документування перевірянь.

Перевіряння якості — це систематичний та незалежний аналіз, що дає змогу визначити відповідність якості та її наслідків запланованим заходам. Перевіряння якості застосовують до систем якості чи її елементів (процесів, продукції, послуг), а здійснюють його аудитори з якості — особи, що мають відповідну освіту, кваліфікацію, несуть відповідальність за контрольовані ділянки. Кваліфікаційні вимоги до аудиторів з якості встановлені ДСТУ ISO 10011-2-97.

Системою якості називають сукупність організаційної структури, методик, процесів і ресурсів, необхідних для здійснення управління якістю.

Клієнтом з якості є особа чи організація, за клопотанням яких здійснюють перевіряння. Клієнтом може бути споживач, виробник продукції, а також незалежна організація.

До завдань перевіряння належать:

- відповідність елементів системи якості встановленим вимогам; визначення ступеня ефективності запровадженої системи якості;
- надання контрольованій організації змоги поліпшити систему якості;
- виконання нормативних вимог; одержання дозволу для реєстрації системи якості тощо.

У ДСТУ ISO 9001-2001 “Системи управління якістю. Вимоги” наведена модель системи, в основу якої

покладено процес. Стандарти ДСТУ ISO 9004-1-95; ДСТУ ISO 9004-2-96; ДСТУ ISO 9004-3-98 і ДСТУ ISO 9004-4-98 становлять систему з управління якості та доповнюють один одного, але їх можна застосувати й кожний зокрема. Стандарт ДСТУ ISO 9001-95 стосується моделей забезпечення якості під час проектування, розроблення, виробництва, монтажу, обслуговування, контролю готової продукції та її випробування.

Під час сертифікації продукції перевіряють також відповідність її вимогам нормативних документів, чинним законодавчим актам України та міжнародним і національним стандартам інших держав.

Найвищим національним органом зі сертифікації в Україні є Державний комітет зі стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України). Положення щодо державної системи сертифікації (УкрСЕПРО) встановлені державними стандартами України (ДСТУ 3410-96, ДСТУ 3413-96 тощо).

Державну систему сертифікації в Україні очолює Держстандарт України, до його складу входять науково-технічна комісія, науково-методичний, інформаційний центр, центр зі стандартизації, метрології та сертифікації (ДЦСМС), органи зі сертифікації продукції, процесів і послуг; зі сертифікації систем якості, випробувальні центри, лабораторії тощо.

Безпосередньо роботу зі сертифікації продукції організовують і виконують органи зі сертифікації

разом з випробовувальними лабораторіями та аудиторами. Методичне та наукове керівництво всією роботою покладене на науково-методичний, інформаційний центр і ДЦСМС.

Стандарти системи сертифікації УкрСЕПРО містять основні положення, визначають структуру та вимоги до органів сертифікації, порядок її проведення, вимоги до оформлення документації з сертифікації продукції, порядок атестації виробництв, сертифікації імпортованої продукції, систем якості, об'єктів добровільної сертифікації тощо.

Обов'язкову сертифікацію здійснюють на підставі чинних нормативних документів для забезпечення відповідності продукції обов'язковим вимогам стандартів. До них належать вимоги з безпечності продукції, охорони здоров'я людей та довкілля. У країнах ЄС з цих вимог є чинні закони (Директиви ЄС), або відповідні стандарти, тому обов'язкова сертифікація повинна задовольняти відповідні вимоги.

Добровільна сертифікація продукції здійснюється з ініціативи юридичних і фізичних осіб на підставі угод між замовником та органом добровільної сертифікації. Допускають здійснення добровільної сертифікації в системах обов'язкової сертифікації її органами. Нормативний документ, згідно з яким здійснюється добровільна сертифікація, визначається заявником, яким може бути виробник, постачальник, продавець і споживач продукції.

Переважно клопотання щодо проведення добровільної сертифікації подають спільно виробник і споживач продукції, що зацікавлені в розвитку торгівлі на підставі взаємно прийнятих угод.

На відміну від обов'язкової сертифікації, об'єкти якої та вимоги до них встановлені законодавством і стандартами, об'єкти та вимоги добровільної сертифікації визначаються самим замовником. Підставою для визначення правил і процедур добровільної сертифікації так само, як і для обов'язкової сертифікації, є рекомендації міжнародних чи національних органів з сертифікації продукції.

Стимулюють добровільну сертифікацію продукції проблеми забезпечення конкурентоспроможності продукції. Споживач здебільшого віддає перевагу сертифікованій продукції, а право на проведення робіт зі сертифікації продукції надають тільки органи з сертифікації.

Окрім сертифікації продукції стандарти передбачають:

- обстеження виробництва щодо його відповідності вимогам документації;
- підтвердження можливості виготовлення продукції відповідно до вимог чинних нормативних документів;
- розроблення рекомендацій щодо періодичності та форм проведення технічного нагляду за виготовленням сертифікованої продукції.

Обсяг обстеження та технічного нагляду передбачає:

- перевіряння технічної документації та контрольних операцій;

- вхідний контроль сировини та комплектувальних матеріалів;
- визначення рівня метрологічного забезпечення;
- атестацію виробництва з метою оцінки його технічних можливостей у забезпеченні стабільного випуску продукції;
- сертифікацію системи якості виробництва продукції з метою переконатися в тому, що продукція, яку випускає підприємство, відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів, а всі технічні, адміністративні та людські чинники, що впливають на її якість, належно контролюються.

На сертифіковану продукцію виробнику видають сертифікат відповідності, а на саму продукцію наносять знак відповідності (ДСТУ 2296-95). Форма сертифіката відповідності залежить від ступеня підтвердження вимог нормативних документів. Якщо продукція відповідає всім обов'язковим вимогам, то на неї видається знак за формою 1. Продукція, яка відповідає всім вимогам, отримує знак за формою 2, а продукція, яка відповідає тільки деяким вимогам, має знак, що відповідає формі 3 з переліком підтверджених вимог.

Факт сертифікації продукції може бути підтверджений оригіналом сертифіката відповідності; знаком відповідності; копією сертифіката відповідності, завіреною компетентним органом зі сертифікації; інформацією у документації, яка додається.

Термін чинності сертифіката, зазначений у ньому, не підлягає продовженню. Чинність сертифіката може бути зупинена на підставі результатів технічного нагляду. Всі роботи зі сертифікації здійснюють органи, які мають на це право. Персонал цих органів має бути кваліфікований, компетентний, досвідчений.

Сертифікація продукції має підтвердити рівень її якості відповідно до чинних в Україні стандартів. Сертифікацію проводять для всієї промислової та сільськогосподарської продукції, включеної у затверджений в установленому порядку Перелік продукції.

На підставі проведеної сертифікації продукції роблять висновки про ефективність діяльності виробничих підприємств та об'єднань, а також цілих галузей, регіонів тощо.

Не підлягає сертифікації продукція, яку не переробляли (сировина, корисні копалини), запасні частини для знятих з виробництва виробів, продукція харчової промисловості та медикаменти, парфумерно-косметичні та ювелірні вироби, твори мистецтва й художніх промислів, видавнича продукція, отрутохімікати, продукція для внутрішнього споживання тощо.

У разі передавання продукції іншому виробнику, вона підлягає новій сертифікації на підставі випробувань партії зразків, виготовлених у нових умовах виробництва.

В українському законодавстві закріплені права споживачів продукції, які визнані в усіх цивілізованих країнах, — право на безпечність продукції, робіт чи послуг; право на відшкодування втрат, зумовлених недоброякісною продукцією, виконуваними роботами чи наданими послугами; судовий захист прав та інтересів споживачів.

Оснoву законодавства щодо захисту прав споживачів складають нормативні акти цивільного законодавства. Власне з метою забезпечення безпечності продукції, робіт і послуг в Україні введена обов'язкова сертифікація товарів, робіт і послуг, на які в законодавчих актах, ДСТУ встановлені вимоги з безпечності життя, здоров'я споживачів та охорони довкілля; засобів, що забезпечують безпеку життя та здоров'я споживачів.

Продукція, що реалізується гуртом чи вроздріб, має мати сертифікат відповідності, який продавець зобов'язаний показати покупцеві на його вимогу. Реалізація продукції, виконання робіт чи надавання послуг без сертифіката відповідності, заборонена. Продукція має супроводжуватись сертифікатом відповідності, виданим національним органом зі сертифікації, а також сертифікатами іноземних країн, які визнані в Україні. На сертифікованій продукції, у відповідній супровідній документації чи на пакуванні має бути нанесений знак відповідності.

З метою встановлення правових засад підтвердження відповідності продукції, а також систем якості, систем

управління якістю, систем управління довкіллям, персоналом та забезпечення єдиної державної технічної політики у сфері підтвердження відповідності у травні 2001 р. в Україні прийнято Закон “Про підтвердження відповідності”. У ньому зазначено, що підтвердження відповідності продукції згідно з положеннями Декрету Кабінету Міністрів України від 10 травня 1993 року № 46-93 “Про стандартизацію і сертифікацію” (в частині положень про сертифікацію) здійснюється до введення в дію відповідного регламенту з підтвердження відповідності.

Цей закон регулює відносини, що виникають під час підтвердження відповідності продукції, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу вимогам, встановленим законодавством України, і поширюється на виробників і постачальників продукції незалежно від форми власності та видів діяльності, на органи зі сертифікації, випробувальні лабораторії, а також відповідні органи державної виконавчої влади.

До органів виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності Законом належать: Кабінет Міністрів України; спеціально уповноважений Центральний орган виконавчої влади у сфері підтвердження відповідності; Центральний орган виконавчої влади з питань економіки (у сфері підтвердження відповідності).

У Законі “Про підтвердження відповідності” вжиті такі нові терміни й визначення:

продукція — будь-який виріб (процес чи послуга), що виготовляється (здійснюється чи надається) для задоволення суспільних потреб;

виробник — юридична або фізична особа як суб'єкт підприємницької діяльності, що відповідальна за проектування, виготовлення, пакування та маркування продукції незалежно від того, виконуються зазначені операції нею самою чи від її імені;

система якості — сукупність взаємопов'язаних та взаємодіючих елементів організаційної структури, визначених механізмів відповідальності, повноважень та процедур організації, а також процесів і ресурсів, які забезпечують здійснення загального керівництва якістю та її відповідність встановленим вимогам;

система управління якістю — сукупність органів та об'єктів управління, що взаємодіють за допомогою матеріально-технічних й інформаційних засобів під час управління якістю продукції;

система управління довкіллям — сукупність організаційної структури діяльності та відповідних ресурсів і методів для формування, здійснення, аналізу та актуалізації екологічної політики;

постачальник — юридична або фізична особа як суб'єкт підприємницької діяльності, яка вводить в обіг продукцію чи безпосередньо бере в цьому участь;

підтвердження відповідності — діяльність, наслідком якої є гарантування того, що продукція, системи якості, системи управління якістю, системи управління

довкіллям, персонал відповідають визначеним законодавством вимогам;

декларування відповідності — процедура, за допомогою якої виробник чи уповноважена ним особа під свою повну відповідальність документально засвідчує, що продукція відповідає встановленим законодавством вимогам згідно з ДСТУ EN 45014-98 чи декларацією постачальника щодо відповідності;

сертифікація — процедура, внаслідок якої визнаний в установленому порядку орган документально засвідчує відповідність продукції, систем якості, систем управління якістю, систем управління довкіллям, персоналу встановленим законодавством вимогам;

випробувальна лабораторія — лабораторія, яка виконує технічні операції, що полягають у визначенні однієї чи кількох характеристик певної продукції згідно зі встановленою процедурою;

сертифікат відповідності — документ, якій підтверджує, що продукція, системи якості, системи управління якістю, системи управління довкіллям, персонал відповідають вимогам певного стандарту чи нормативного документа, визначеного законодавством;

аудитор зі сертифікації — особа, яка має відповідну кваліфікацію, теоретичну й практичну підготовку, необхідну для проведення одного чи кількох видів робіт з сертифікації, атестована в установленому порядку й записана до відповідного реєстру;

технічний регламент з підтвердження відповідності — нормативно-правовий акт, затверджений Кабінетом

Міністрів України, який містить опис видів продукції, що підлягають обов'язковому підтвердженню відповідності, вимоги безпеки для життя та здоров'я людини, тварин, рослин, а також майна та охорони довкілля, процедури підтвердження відповідності цим вимогам, правила маркування та введення продукції в обіг;

свідоцтво про визнання відповідності — документ, що засвідчує визнання іноземних документів про підтвердження відповідності продукції вимогам, визначеним законодавством України;

національний знак відповідності — знак, який підтверджує відповідність позначеної ним продукції вимогам технічних регламентів, що поширюються на неї.

Процедура підтвердження відповідності може здійснюватися в законодавчо регульованій та нерегульованій сферах. Процедура підтвердження відповідності в законодавчо регульованій сфері є обов'язковою для виробника, постачальника чи уповноваженого органу зі сертифікації, а процедура підтвердження відповідності в законодавчо нерегульованій сфері здійснюється на добровільних засадах.

Відповідність продукції вимогам, визначеним українським законодавством, засвідчується декларацією про відповідність, сертифікатом і національним знаком відповідності.

Сертифікати відповідності та свідоцтва про визнання відповідності, видані в установленому порядку в державній системі сертифікації продукції та послуг УкрСЕПРО до набуття чинності цього Закону, є чинними до закінчення строку їх дії.

Відповідність декларують за технічним регламентом як в законодавчо регульованій, так і в законодавчо нерегульованій сферах.

17 травня 2001 р. прийнято Закон України “Про акредитацію органів з оцінки відповідності”, метою якого є забезпечення єдиної технічної політики у сфері оцінки відповідності та довіри споживачів до цієї діяльності, створення умов для взаємного визнання результатів діяльності акредитованих органів на міжнародному рівні та усунення технічних перепон у торгівлі. Цей Закон визначає правові, організаційні та економічні засади акредитації органів з оцінки відповідності в Україні та поширюється на органи виконавчої влади, місцевого самоврядування, національний орган з акредитації, підприємства, установи й організації незалежно від форми власності та виду діяльності, чинних в Україні.

До складу національного органу з акредитації входять Рада з акредитації; технічні комітети з акредитації; Комісія з апеляцій.

У цьому Законі введені такі нові терміни та їх визначення:

акредитація — процедура, під час якої національний орган з акредитації документально засвідчує

компетентність юридичної особи чи відповідного органу з оцінювання відповідності виконувати певні види робіт (випробування, калібрування, сертифікацію та контроль); *національний знак акредитації* — свідчить, що організація, яка його використовує, акредитована національним органом з акредитації; *орган з контролю* — оцінює відповідність шляхом спостережень і висновків, отриманих внаслідок вимірювань, випробувань та калібрування; *оцінка відповідності* — діяльність, яка є висновком про те, що продукція, системи якості, системи управління якістю, системи управління довкіллям, персонал відповідають вимогам, встановленим законодавством;

орган з оцінки відповідності — випробувальна або калібрувальна лабораторія, орган з сертифікації, орган з контролю, які оцінюють відповідність продукції, процесів, послуг і персоналу вимогам, встановленим законодавством;

нормативний документ — встановлює правила, загальні принципи чи характеристики різних видів діяльності або їх результатів.

Акредитовані органи з оцінки відповідності зобов'язані:

- дотримуватись вимог нормативно-правових актів у сфері акредитації;
- посилатися на акредитацію тільки тих робіт, щодо яких їх було акредитовано;
- оплачувати всі роботи, пов'язані з акредитацією;

- припинити посилання на акредитацію у своїй документації та рекламі у разі припинення дії або визнання недійсним атестата про акредитацію.

13.7. Штрихове кодування продукції

Рішення щодо створення стандартів та запровадження в практику штрихового товарного кодування в Україні прийнято постановами Кабінету Міністрів України № 180 від 11 березня 1993 р. та № 326 від 4 травня 1993 р. 30 жовтня 1994 р. Україна стала членом Європейської Асоціації (EA International) і отримала товарну нумерацію “EAN — Україна”, а в грудні 1994 р. Кабінет Міністрів України прийняв постанову “Про Асоціацію товарної нумерації України “EAIN — Україна”.

Ця програма передбачала розроблення необхідних державних стандартів України для системи штрихового кодування, технічних і програмних засобів нанесення штрихових кодів, науково-технічної документації тощо. Держстандарт України видав такі стандарти: ДСТУ 3144-95. Штрихове кодування. Терміни та визначення; ДСТУ 3145-95. Штрихове кодування. Загальні вимоги; ДСТУ 3146-95. Штрихове кодування. Маркування об’єктів ідентифікації, штрихові кодові позначення EAN; ДСТУ 3147-95. Штрихове кодування, маркування об’єктів ідентифікації. Форма та розміщення штрихових позначок EAN на тарі та пакуванні товарної продукції, ДСТУ 3148-95. Штрихове кодування. Система електронного обліку документів на постачання продукції. КНД 50-051-95.

Штрихове кодування. Вибір і застосування штрихових кодів.

Вимоги зазначених стандартів є обов'язковими для усіх видів нормативних документів, довідкової, навчальної, методичної літератури, всіх підприємств, установ та організацій, що діють в Україні, незалежно від форм власності.

Залежно від структури штрихові коди поділяють на: цифрові, літеро-цифрові, дискретні, безперервні, двонапрямні, контролепридатні, з фіксованою довжиною коду, із змінною довжиною коду, з різною інформативною щільністю тощо.

Серед найпоширеніших в економічно розвинених країнах є штриховий код EAN (European Article Number), який прийнято в Україні. Згідно з ДСТУ 3144-95, для штрихового кодування затверджені такі основні терміни й визначення:

Штрихове кодування — це подання даних за допомогою штрихового коду.

Штриховий код — це комбінація послідовно розміщених паралельних штрихів та проміжків між ними, розміри та розміщення яких відповідають певним правилам.

Символіка штрихового коду — це певний набір знаків штрихового коду заданої структури.

Знак штрихового коду — це знак певної символіки штрихового коду, закодований сукупністю штрихів та проміжків відповідно до встановлених правил.

Структура штрихового коду — це сукупність елементів у знаках і знаків у штриховому коді, взаємозв'язків між ними, що відповідають певним правилам.

Штрихова позначка — це сукупність даних у вигляді штрихового коду та інших елементів, побудована за певними правилами для автоматичної ідентифікації одиниць обліку.

Елемент штрихового коду — це окремий штрих чи проміжок у знаку штрихового коду.

Штрих коду — це елемент, що є частиною поверхні носія, яка обмежена паралельними лініями і має забарвлення з меншим коефіцієнтом відбиття, ніж у всій поверхні носія.

Проміжок штрихового коду — це елемент, розміщений між двома прилеглими штрихами.

Роздільний проміжок штрихового коду — це проміжок між останнім штрихом і першим штрихом наступного знака дискретного штрихового коду.

Інформаційний знак штрихового коду — це знак певної символіки, що відповідає комп'ютерному алфавіту.

Додатковий знак штрихового коду — це знак, що використовується для обмеження та (або) розділення знаків штрихового коду в штриховій позначці. У штрихових позначках розрізняють знаки: “Старт”, “Стоп”, контрольний, обмеження зліва та справа, візуальний, штрих-носій, стабілізації, модуля тощо.

Двонапрямний штриховий код — це код, який може бути зчитаний зліва направо та навпаки.

Дискретним називають штриховий код, в якому знаки відокремлені роздільними проміжками, *безперервним* — знак, в якому немає роздільних проміжків. *Одновимірним* називають штриховий код, знаки якого розміщені в один рядок, а *двовимірним* — штриховий код, знаки якого розміщені на поверхні відповідно до заданої структури. *Контролепридатним* називають штриховий код, структура якого дає змогу виявляти помилки зчитування.

Штриховий код може бути зі змінною та фіксованою довжиною, наприклад, код .EAN-13 — тринадцятирозрядна версія штрихового коду EAN. Розрізняють також терміни висоти та ширини елементів штрихового коду, його масштабний коефіцієнт, коефіцієнт відбиття та оптичну щільність елемента, контрастність штрихової позначки, інформаційну щільність тощо.

Символікою штрихового коду називають певний набір знаків, що відповідає заданому набору інформаційних символів (алфавіту). До технічних засобів штрихового коду належать зчитувальний пристрій (контактний, дистанційний), декадер, зчитувальний олівець, щілинний зчитувач, лазерний та інші сканери, верифікатор, фотошаблон.

Загальні характеристики кодів, поширених в Україні, подано в КНД-50-051-95. Кодуванню підлягають інформаційні символи відповідно до ГОСТ 34.302.2 (ISO 8859/2) та РСТ УРСР 2018-91 “Систематизація

обробки інформації. Кодування символів української абетки восьмибітовими кодами”.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Боженко Л.І. Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні: Навч. посібник. – Львів: Світ, 2015. – 328 с.; іл.
2. Якимчук Г.К., Кирилюк Ю.Є., Саранча Г.А. Взаємозамінність, стандартизація метрологія та технічні вимірювання: Підручник / За ред. Г.К.Якимчук. – К.: “Основа”, 2016. – 560 с
3. Шаповал М.І. Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації: Підручник – 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Вид-во Європ. Ун-ту, 2015. – 174 с.
4. Саранча Г.А. Метрологія, стандартизація, відповідність, акредитація та управління якістю. Підручник. - К.: Центр навчальної літератури, 2016. - 672с.
5. Цюцюра В.Д., Цюцюра СВ. Метрологія та основи вимірювань: навчальний посібник. - К.: Знання-Прес, 2015. - 180 с.
6. Бакка М.Т., Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація. 4.1. Метрологія. Навчальний посібник з грифом МОН України. - Житомир, ЖІТІ, 2015. - 337с.
7. Бакка М.Т., Тарасова В.В. Метрологія, стандартизація, сертифікація і акредитація. 4.2. Стандартизація, сертифікація і акредитація. Навчальний посібник з грифом МОН України. - Житомир, ЖІТІ, 2015. -384с.

8. Коваленко І.О., Коваль А.М. Метрологія та вимірювальна техніка. Навчальний посібник. - Житомир: ЖІТІ, 2016. - 602 с.

ЗМІСТ

Вступ

Тема 1. Загальні відомості про стандартизацію.

- 1.1. Основні положення, терміни і визначення.
- 1.2. Органи стандартизації в Україні.
- 1.3. Органи галузевих служб стандартизації.

Тема 2. Основні положення державної системи стандартизації України.

- 2.1. Основна мета стандартизації.
- 2.2. Об'єкти стандартизації.
- 2.3. Категорії нормативних документів з стандартизації.
- 2.4. Види стандартів.
- 2.5. Використання стандартів та технічних умов.

Тема 3. Організація робіт з стандартизації і загальні вимоги до стандартів.

- 3.1. Організаційна структура робіт з стандартизації.
- 3.2. Загальні вимоги до побудови, викладу, оформлення та змісту стандартів.
- 3.3. Порядок розроблення і затвердження стандартів.

Тема 4. Порядок впровадження стандартів і державний нагляд за їх додержанням.

- 4.1. Порядок впровадження стандартів.
- 4.2. Державний нагляд за впровадженням і додержанням стандартів.

Тема 5. Методологія стандартизації.

- 5.1. Основні принципи стандартизації.
- 5.2. Параметричні ряди виробів.
- 5.3. Уніфікація та агрегування складних виробів.

5.4. Показники рівня уніфікації та стандартизації виробів.

Тема 6. Взаємозамінність.

6.1. Взаємозамінність та її види.

6.2. Загальні поняття про розміри., їх відхилення та допуски.

6.3. Графічне зображення розмірів, їх відхилень і допусків.

6.4. Загальна характеристика з'єднань робочих поверхонь деталей.

6.5. Поняття про одиницю допуску й квалітет точності.

6.6. Добір допусків розмірів і характеру з'єднань.

Тема 7. Методи, види та засоби вимірювання.

7.1. Загальні поняття, терміни. Визначення.

7.2. Методи та види вимірювань.

7.3. Засоби вимірювальної техніки.

7.4. Штрихові та кінцеві міри лінійних і кутових розмірів.

7.5. Класифікація вимірювальних приладів і перетворювачів.

7.6. Основні характеристики вимірювальних приладів.

Тема 8. Прилади для вимірювання лінійних та кутових розмірів.

8.1. Загальні положення.

8.2. Штрихові ЗВТ.

8.3. Штангенінструменти та універсальні кутоміри.

8.4. Мікрометри.

8.5. Вимірювальні головки.

8.6. Оптиметри.

8.7. Пневматичні засоби вимірювання.

Тема 9. Класифікація промислової продукції та показники її якості.

9.1. Основні поняття, терміни та визначення.

9.2. Класифікація промислової продукції.

9.3. Класифікація показників якості продукції машинобудування.

Тема 10. Добір і визначення показників якості виробів машинобудування.

10.1. Показники призначення виробів.

10.2. Показники надійності і довговічності виробів.

10.3. Показники ремонтної спроможності виробів.

10.4. Ергономічні та естетичні показники якості виробів.

10.5. Показники технологічності конструкції виробів.

10.6. Показники транспортабельності, стійкості до середовища, впливу на нього та безпеки виробів.

10.7. Економічні показники якості виробів.

10.8. Показники стандартизації та уніфікації виробів.

10.9. Показники патентоспроможності виробів.

Тема 11. Визначення рівня якості продукції.

11.1. Загальні положення.

11.2. Диференційний метод визначення рівня якості продукції.

11.3. Комплексний метод визначення рівня якості продукції.

Тема 12. Статистичний та експертний методи визначення рівня якості продукції.

12.1. Загальні положення.

- 12.2. Характеристики розсіяння випадкових величин.
- 12.3. Визначення точності статистичних показників рівня якості виробів.

Тема 13. Системи забезпечення керування якістю та штрихове кодування продукції.

- 13.1. Основні напрямки підвищення якості продукції.
 - 13.2. Завдання внутрішніх служб з контролю якості продукції.
 - 13.3. Види технічного контролю якості продукції.
 - 13.4. Види випробувань продукції.
 - 13.5. Системи керування якістю продукції машинобудування.
 - 13.6. Сертифікація якості продукції.
 - 13.7. Штрихове кодування продукції.
- Список рекомендованої літератури**