

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра підйомно-транспортних машин

Конспект лекцій

з дисципліни

**«СТАНДАРТИЗАЦІЯ, СЕРТИФІКАЦІЯ ПІДЙОМНО-
ТРАНСПОРТНИХ, БУДІВЕЛЬНИХ ТА ДОРОЖНІХ МАШИН,
МЕТРОЛОГІЯ ТА ЯКІСТЬ МАШИН»**
для студентів

галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
(шифр і назва напрямку підготовки)
спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва спеціальності)

Стандартизація, сертифікація підйомно-транспортних, дорожніх та меліоративних машин і обладнання, метрологія та якість машин. Конспект лекцій : навчальний посібник / П.А. Гавриш. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – 172 с.

Укладач д.т.н., доц. кафедри ПТМ Гавриш П.А.

Розглянуті питання державної системи стандартизації України, мета і основні завдання стандартизації. Наведена історія метрології – науки про вимірювання. Основні постулати метрології та засоби і прилади для вимірювань. Наведено приклад метрологічної експертизи. Посібник містить Основні дані про сертифікацію продукції та її вдосконалення на протязі 1993 рік – 2019 рік. Сучасні методи сертифікації продукції. Якість машин. Методи контролю якості.

© Гавриш П.А.
© ДДМА, 2019

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
Тема 1 ДЕРЖАВНА СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ.....	5
1.1 Основні положення Державної системи стандартизації та шляхи її удосконалення	5
1.2 Принципи стандартизації. Органи та служби стандартизації	9
1.3 Категорії та види стандартів	15
1.4 Планування робіт зі стандартизації.....	17
1.5 Порядок розроблення, затвердження та впровадження стандартів	19
ТЕСТИ	43
Тема 2 МЕТРОЛОГІЯ.....	46
2.1 Історія метрології – науки про вимірювання	46
2.2 Основи техніки вимірювальних систем.....	49
2.3 Основні засоби вимірювань	50
2.4 Основні метрологічні показники приладів та метрологічні терміни	68
2.5 Метрологічна експертиза	77
2.6 Міжнародна структура метрології. Поєднання з іншими науками.....	94
ТЕСТИ	105
Тема 3 ОСНОВИ СЕРТИФІКАЦІЯ.....	106
3.1 Коротка історія сертифікації.....	106
3.2 Сучасні зміни в системі сертифікації України.....	109
3.3 Роль сертифікації в підвищенні якості продукції. Конкурентноспроможність	112
ТЕСТИ.....	115
Тема 4 ЯКІСТЬ МАШИН	117
4.1 Методи неруйнівного контролю.....	117
4.2 Візуально-оптичний контроль	117
4.3 Вимоги до приладів і інструменту для візуального й вимірювального контролю	122
4.4 Підготовка об'єктів до контролю	122
4.5 Прилади і пристосування для візуально-оптичного контролю	123
ТЕСТИ	130

4.6 Ультразвуковий контроль.....	131
ТЕСТИ	145
4.7 Радіаційний контроль.....	146
4.7.1 Фізичні основи радіаційного контролю	146
4.7.2 Одиниці вимірювання іонізуючих випромінювань	148
4.7.3 Типи джерел іонізуючих випромінювань	151
ТЕСТИ	169
4.2 Візуально-оптичний контроль	117
4.3 Вимоги до приладів і інструменту для візуального й вимірювального контролю	122
ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	170

ВСТУП

У сучасній ринковій економіці конкурентоспроможність продукції, що випускається підприємством, визначає життєздатність даного підприємства. Одним з головних чинників, що впливають на конкурентоспроможність продукції, робіт і послуг, є їх якість. Стандартизація, метрологія, взаємозамінюваність і сертифікація продукції є інструментами забезпечення якості продукції, робіт і послуг – важливого аспекту багатогранної комерційної діяльності підприємства.

Стандартизація відіграє суттєву роль при керуванні економікою для підвищення ефективності й продуктивності суспільного виробництва та поліпшення якості продукції. Вона акумулює найновіші досягнення науки і техніки, органічно поєднує фундаментальні та прикладні галузі науки, сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень в практику, допомагає визначити найбільш економічні та перспективні напрямки розвитку науково-технічного прогресу і різних галузей економіки країни. Необхідною умовою забезпечення виконання стандартів і застосування новітніх засобів і методів метрологічного забезпечення.

Метрологія - наука про вимірювання, методи і засоби забезпечення їх єдності та способи досягнення необхідної точності. Вона ґрунтується на досягненнях природничих, технічних і суспільних наук. Об'єктами метрології є вимірювання фізичних величин і методи і засоби забезпечення єдності вимірювань і необхідної точності.

У сучасному суспільстві метрологія грає велику роль. Це пов'язано з тим, що практично немає жодної сфери людської діяльності, де б не використовувалися результати вимірювань. За допомогою вимірювань отримують інформацію про стан виробничих, економічних і соціальних процесів. Точність і достовірність вимірювань забезпечують правильність прийняття рішень на всіх рівнях управління. Існує велика кількість різноманітних величин і ще більше число одиниць цих величин. Така різноманітність створює серйозні труднощі в міжнародних торговельних відносинах і обмін науковою інформацією.

Проведені вимірювання можуть бути використані в оціночній діяльності, якщо вони відповідають таким умовам:

- результати вимірювань виражаються в встановлених (узаконених) одиницях;
- повинні бути відомі з необхідною заданою вірогідністю показники точності результатів вимірювань;
- показники точності повинні забезпечувати оптимальне відповідно до обраних критеріїв рішення задачі, для якої результати призначені (результати вимірювань отримані з необхідною точністю).

Задля підвищення конкурентної здатності продукції у державі передбачена система сертифікації продукції. Підтвердження третьою стороною показників (характеристик) продукції (процесів, послуг) на основі випробувань, обстеження, атестації виробництва і оцінки системи управління якістю. Виробництво якісної продукції, розвиток національної економіки в цілому неможливі без розробки і прийняття відповідних стандартів та

виконання точних вимірювань, які в свою чергу, впливають на всі напрями соціальної сфери – освіту, захист прав споживачів, охорону здоров'я, безпеку життя, відпочинок, захист довкілля. Постійне підвищення якості товарів та послуг є нині одним з базових економічних і політичних завдань для всіх галузей народного господарства України.

Дисципліна «Стандартизація та сертифікація підйомно-транспортних, дорожніх та меліоративних машин і обладнання» належить до циклу професійно-орієнтованих дисциплін навчального закладу. Перехід України до ринкової економіки та виготовлення продукції і послуг згідно європейських стандартів потребують особливої уваги до якості продукції та послуг, що відповідно виготовляються і надаються вітчизняними підприємствами. Розробка і виготовлення конкурентоспроможних товарів і послуг, які втілюють сучасні досягнення науки, неможливі без широкого застосування принципів та методів стандартизації і сертифікації. Тому знання з цих галузей необхідні майбутнім спеціалістам і керівникам галузі підйомно-транспортного машинобудування для науково обґрунтованого керування.

Основною метою стандартизації в Україні є забезпечення раціонального використання природних ресурсів, відповідності об'єктів стандартизації їх функціональному призначенню, інформування споживачів про якість продукції, процесів і послуг, підтримка розвитку торгівлі товарами й послугами та збереження міжнародної конкурентоспроможності продукції та торгівлі товарами і послугами. Тобто здійснення єдиної технічної політики:

- захист інтересів вітчизняних виробників та споживачів продукції (процесів, робіт, послуг);
- раціональне використання всіх видів ресурсів;
- відповідність продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню якості та надійності; гармонізація національних НД із світовими аналогами; відповідність вимог НД законодавчим актам.

Предметом навчальної дисципліни є: методи й процеси стандартизації та сертифікації продукції та послуг підйомно-транспортних, будівельних та дорожніх машин.

Тема 1 ДЕРЖАВНА СИСТЕМА СТАНДАРТИЗАЦІЇ

1.1 Основні положення Державної системи стандартизації та шляхи її удосконалення

Багатогалузеве народне господарство України потребує введення і додержання єдиних обов'язкових норм, правил та вимог для усіх підприємств і організацій незалежно від форми власності. Розвиток науки і техніки призводить до створення великої кількості нової продукції, оновлення продукції, що виробляється, а це сприяє розробленню та впровадженню в промисловість різноманітних стандартів, які слід було упорядкувати. Упорядкування нормативної документації в умовах широкої кооперованої багатогалузевої промисловості внесло принципові зміни до методики і практики стандартизації, що стало початком системного підходу до цієї галузі діяльності, визнання її ролі в загальній системі народного господарства країни. Системний підхід дає змогу ліквідувати необґрунтовану різноманітність нормативних документів, яка мала місце в країні. Затверджується єдиний підхід до проведення стандартизації та розробляються основоположні стандарти Державної системи стандартизації (ДСС). З введенням основоположних стандартів ДСС закладено фундамент стандартизації як науки.

Державна система стандартизації – це система, яка визначає основну мету і принципи управління, форми та загальні організаційно-технічні правила виконання всіх видів робіт зі стандартизації. Вона являє собою комплекс взаємопов'язаних правил і положень, які регламентують організацію та порядок проведення робіт з усіх питань практичної діяльності в галузі стандартизації країни.

У 1970 році була запроваджена ДСС, яка об'єднала роботи зі стандартизації на усіх рівнях управління народним господарством. ДСС не може розглядатися як абсолютно стабільна система положень і правил. Вона постійно розвивається, удосконалюється, доповнюється новими правилами і стандартами, суттєво впливає на методи роботи зі стандартизації, значно поширює сферу застосування нормативної документації тощо. З 1970 року по 1993 рік в ДСС сталися значні зміни, що пов'язано з розвитком науки і техніки, впровадженням світового досвіду в технології виробництва, організацією управління якістю продукції та народним господарством. За цей період ДСС декілька разів переглядалася й оновлювалася.

Становлення України як суверенної правової держави, її послідовна інтеграція до світового економічного товариства потребує здійснення цілеспрямованої політики щодо утворення державних систем стандартизації, метрології та сертифікації. У 1992 р. Кабінет Міністрів України прийняв Постанову № 269 «Про організацію робіт, спрямованих на створення державних систем стандартизації, метрології і сертифікації», а також Декрет № 46-93 «Про стандартизацію і сертифікацію», які поклали початок створенню ДСС, визначенню правових та економічних основ систем стандартизації та

сертифікації, встановленню організаційних форм їх функціонування на території України. Державний комітет стандартизації, метрології та сертифікації України (Держстандарт України) створює та забезпечує функціонування ДСС, у тому числі:

- визначає єдину організаційно-методичну основу проведення робіт зі стандартизації на всіх рівнях управління національною економікою (міжгалузевому, галузевому, на рівні підприємств);
- планує, розробляє, проводить експертизи та розповсюджує державні (національні) стандарти;
- затверджує державні стандарти України, веде їх облік і реєстрацію;
- гармонізує національні стандарти України з міжнародними та європейськими стандартами, забезпечує відповідність ДСТУ вимогам ринку, застосовує системний підхід щодо розробки комплексів нормативних документів у пріоритетних галузях економіки України;
- розробляє основні положення системи класифікації та кодування техніко-економічної, соціальної інформації, затверджує державні класифікатори та здійснює їх реєстрацію;
- забезпечує доступ вітчизняних товаровиробників (експортерів) до міжнародних стандартів (директив, норм та правил) шляхом розвитку та актуалізації Національного автоматизованого інформаційного фонду стандартів та поширення необхідної інформації через засоби масової інформації й спеціальні видання.

Метою ДСС в Україні є здійснення єдиної технічної політики; захист інтересів вітчизняних виробників та споживачів продукції (процесів, робіт, послуг); раціональне використання всіх видів ресурсів; відповідність продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню якості та надійності; гармонізація національних НД із світовими аналогами; відповідність вимог НД законодавчим актам. Для виконання цієї мети перед ДСС стоять різні завдання, основними з яких є:

- встановлення раціональної номенклатури продукції;
- встановлення прогресивних вимог до якості продукції (процесів, робіт, послуг), методів їх контролю та випробувань;
- забезпечення комплексності об'єктів стандартизації;
- забезпечення взаємозв'язку та узгодженості НД на усіх рівнях;
- забезпечення вимог в галузі розробки, виробництва, експлуатації та ремонту продукції шляхом розробки загально-технічних та організаційно-методичних комплексів стандартів і систем класифікації та кодування техніко-економічної інформації;
- контроль за правильністю використання НД.

Нині чинна ДСС, що затверджена у 1993 році є основною системою у галузі стандартизації країни і носить міжгалузевий характер. ДСС формує національну систему стандартизації України.

Комплекс правил та положень ДСС України наведено в основоположних стандартах України:

ДСТУ 1.0 «ДСС України. Основні положення»;
ДСТУ 1.2 «ДСС України. Порядок розроблення державних стандартів»;
ДСТУ 1.3 «ДСС України. Порядок розроблення, побудови, викладу та оформлення технічних умов»;
ДСТУ 1.0 «ДСС України. Стандарти підприємства. Основні положення»;
ДСТУ 1.0 «ДСС України. Загальні вимоги до побудови, викладання, оформлення та змісту стандартів»;
ДСТУ 1.0 «ДСС України. Порядок державної реєстрації галузевих стандартів, стандартів науково-технічних та інженерних товариств і спілок».

Найважливіші структурні елементи ДСС:

1. Органи та служби стандартизації.
2. Комплекс нормативних документів.
- 3 Система контролю за впровадженням і виконанням НД.

Основні положення ДСС:

- основна мета та завдання ДСС;
- об'єкти стандартизації;
- організація робіт зі стандартизації;
- категорії та види стандартів;
- порядок розробки, затвердження, перегляду та використання стандартів;
- державний нагляд за додержанням стандартів;
- міжнародне співробітництво.

До об'єктів державної стандартизації належать:

- а) організаційно-методичні та загально-технічні об'єкти:
 - організація (правила) проведення робіт зі стандартизації;
 - термінологічні системи різних галузей знань та діяльності;
 - класифікація та кодування техніко-економічної, соціальної інформації;
 - системи та методи забезпечення якості та контролю якості, методи випробувань;
 - метрологічне забезпечення;
 - вимоги техніки безпеки, гігієни праці, ергономіки, технічної естетики;
 - системи технічної та іншої документації загального використання, єдина технічна мова;
 - системи величин та одиниць;
 - типорозмірні ряди та типові конструкції виробів загально-машинобудівного застосування;
 - інформаційні технології;
 - 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, енерго-система, охорона навколишнього середовища, оборона;
- г) об'єкти державних соціально-економічних та державних науково-технічних програм.

У ДСС особливо підкреслюється взаємозв'язок стандартизації з технічним прогресом, її роль в підвищенні технічного рівня

виробництва та якості продукції, необхідність досягнення високого світового рівня продукції (процесів, робіт, послуг). У зв'язку з цим до НД як носія передового світового досвіду висуваються високі вимоги, які зможуть забезпечити розроблення та виробництво високоякісної продукції (процесів, робіт, послуг), раціональне використання усіх ресурсів, охорону зовнішнього середовища, безпеку праці, охорону здоров'я населення, захист їх від шкідливих дій тощо. Вимоги, що запроваджуються у НД, як правило, повинні бути підвищеними відповідно до вже досягнутого на практиці рівня і відповідати перспективному світовому рівню техніки і технології, вимогами зовнішнього та внутрішнього ринків, рекомендаціям міжнародних організацій зі стандартизації.

1.2 Основні принципи стандартизації. Органи та служби стандартизації

Вивчення і систематизація принципів стандартизації - одна із важких проблем. Різні автори у своїх роботах наводять принципи стандартизації, виходячи із конкретного виду діяльності (виробничої, економічної, соціальної). Принципи стандартизації розглядаються відповідно до її загальної діяльності, незалежно від сфери та виду її діяльності. Згідно з теорією і практичною діяльністю стандартизації для вирішення поставлених перед нею завдань слід виділити низку методичних принципів: плановість, перспективність, оптимальність, динамічність, системність, обов'язковість.

Принцип плановості забезпечується шляхом складання перспективних і поточних планів з розробки, розвитку і проведення робіт зі стандартизації. Планування в галузі стандартизації є складовою частиною системи державного планування. Планування слід здійснювати для послідовного, системного розвитку народного господарства, правильного розподілення ресурсів. Ефективність планування є однією з ланок управління народним господарством, засобом забезпечення темпів розвитку економіки країни, гарантією успішного створення матеріально-технічної бази промисловості.

Планування здійснюється шляхом складання на науковій основі перспективних і поточних планів для усіх рівнів народного господарства, координування і контролю за виконанням, досягнення високих кінцевих результатів при правильному розподіленні матеріальних і грошових ресурсів. Об'єм і спрямованість планів зі стандартизації визначається завданнями, які стоять перед народним господарством на конкретний період. Плани включають програми комплексної стандартизації та метрологічного забезпечення.

Принципи перспективності забезпечуються розробкою і випуском випереджаючих стандартів, в яких запроваджуються підвищені норми та вимоги до об'єктів стандартизації відносно досягнутого рівня. До того ж норми та вимоги, які запроваджуються у стандартах, будуть оптимальними в майбутньому. Випереджаючі стандарти містять норми і вимоги, що перевищують існуючий рівень, і тим самим орієнтують науку і виробництво на динамічний розвиток науково-технічного прогресу. Базою для розробки випереджаючих стандартів є науково-технічні прогнози.

Випереджаючі стандарти дають змогу планувати процес підвищення якості, надають розробникам і споживачам інформацію щодо параметрів виробів у майбутньому. Ці стандарти являють собою, якоюсь мірою, програму організації виробництва щодо випуску продукції підвищеної якості. У той же час на розробників випереджаючих стандартів покладено велику відповідальність за правильність прогнозування розвитку науки та техніки на визначений період.

Принцип оптимальності передбачає вироблення й прийняття таких норм, правил та вимог, що забезпечують народному господарству оптимальні втрати ресурсів: сировинних, матеріальних, енергетичних, економічних, соціальних. Під час вирішення різних завдань та проблем найвища результативність буде досягнута тоді, коли із великої кількості можливих варіантів рішень будуть відібрані найбільш раціональні та економічні, тобто оптимальні варіанти. А це, своєю чергою, сприяє підвищенню ефективності виробництва та продуктивності праці.

Принцип динамічності передбачає періодичну перевірку стандартів та іншої нормативної документації, внесення до них змін, а також своєчасний перегляд і відміну стандартів. Чинні стандарти підлягають перевірці згідно з рядком в інформаційних даних. Під час перевірки визначають науково-технічний рівень стандартів, за потребою розробляють пропозиції щодо оновлення застарілих показників, норм, характеристик, вимог, термінів, визначень, позначень, одиниць фізичних величин. Результати перевірки можуть слугувати підставою для перегляду стандарту. При періодичній оцінці та перегляді стандартів важливо визначити їх відповідність існуючим і можливим потребам споживачів, врахувати зміни вимог споживачів. Якщо стандарти не будуть враховувати потреби суспільства, то вони виявляться непотрібними, більш того - вони будуть перешкодою для подальшого прогресу.

Наприклад, особливо швидко застарівають стандарти на товари народного споживання, що пов'язано зі зміною вимог споживачів, їх матеріальним становищем, рівнем та відношенням роздрібних цін на різні товари, швидкоплинністю моди тощо. Цими обставинами пояснюється те, що одні товари користуються підвищеним попитом, а інші залежуються, уцінюються, але однаково не знаходять споживача. Тому основне завдання стандартизації - розробляти такі стандарти на товари народного споживання, які б сприяли усуненню подібних диспропорцій у реалізації виробів і давали змогу більш гнучко регулювати якість продукції, що значно підвищить попит на неї.

Принцип системності забезпечується розробкою нормативних документів на об'єкти стандартизації, що належать до певної галузі та встановлюють взаємопогоджені вимоги до усіх об'єктів на підставі загальної мети. Цей принцип визначає розробку стандартів чи іншої нормативної документації як елемента системи і приводить до упорядкування закономірно розташованих і взаємопов'язаних конкретних об'єктів стандартизації в єдину систему. При цьому вони пов'язані між собою внутрішньою сутністю. Для вивчення об'єкта у цілому слід знайти загальні закономірності, які об'єднують у ньому різні властивості. Не менш важливою передумовою розвитку системних

досліджень є створення укрупнених комплексів. До них належать автоматизовані поточкові технологічні лінії, комплексні системи управління, міжгалузеві системи стандартів тощо.

Успішна розробка великих комплексних проблем суспільства, системний підхід до їх вирішення та впровадження отриманих результатів у народне господарство сприяє подальшому науково-технічному прогресу і розвитку економіки країни.

Принцип обов'язковості визначає законодавчий характер стандартизації. В Україні стандарти та інша нормативна документація мають обов'язковий характер, їх повинні додержуватись усі підприємства і організації незалежно від форми власності. За порушення вимог стандартів, іншої нормативної документації передбачена юридична відповідальність згідно з чинним законодавством. Юридична відповідальність залежно від виду порушення може бути дисциплінарна, матеріальна чи кримінальна.

Відповідальність за випуск у продаж неякісних, нестандартних чи некомплектних товарів настає незалежно від того, чи вони надійшли у такому виді від виробника або постачальника, чи зіпсовані у магазині, або під час зберігання на складі чи базі. Кримінальним визнається вже сам випуск таких товарів у продаж. Тому, торговельні робітники, а саме товарознавці, повинні брати на реалізацію тільки якісний товар і не допускати до продажу зіпсовані та некомплектні вироби, тим самим захищаючи інтереси споживача.

Органи стандартизації – це підрозділи, які виконують функції державного управління всіма підприємствами і організаціями з питань стандартизації, метрології та якості продукції, здійснюють координуючу діяльність і діють від імені держави.

З набуттям незалежності в Україні виникла потреба у створенні національної системи стандартизації. В Україні був створений Державний комітет України зі стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України), який як орган державного управління підпорядковується Кабінету Міністрів України.

В подальшому Держстандарт України був перейменований у Державний комітет України з питань технічного регулювання і споживчої політики (Держспоживстандарт України).

Держспоживстандарт України здійснюють свою діяльність згідно з Декретом Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію та сертифікацію» (№ 46-93 від 10.05.93 р.) та законами України «Про стандартизацію», «Про підтвердження відповідності», «Про акредитацію органів з оцінки відповідності». Мережа органів і служб Держспоживстандарту функціонує на всій території країни. До структури Держспоживстандарту України входять центральні й територіальні органи та галузеві служби.

До центральних органів належать органи управління, науково-дослідні інститути, центри і відділи наукової, техніко-економічної та нормативно-технічної інформації, учбові заклади. Центральні органи Держспоживстандарту України організують і координують роботи зі стандартизації та функціонування ДСС, встановлюють у державних стандартах цієї системи загальні

організаційно-технічні правила проведення робіт зі стандартизації, здійснюють міжгалузеву координацію робіт, включаючи планування, розроблення, видання, розповсюдження та застосування державних стандартів, визначають порядок державної реєстрації нормативних документів, беруть участь у проведенні заходів з міжнародної, регіональної стандартизації відповідно до міжнародних договорів України, організують навчання та професійну підготовку спеціалістів у сфері стандартизації.

Держспоживстандарт України відповідає за організацію, стан і розвиток стандартизації в країні, визначає основні напрями розвитку науково-методичних і техніко-економічних основ стандартизації. Він має право доручати міністерствам, відомствам, організаціям і підприємствам різні види робіт, що пов'язані зі створенням чи зміною державних стандартів; давати вказівки щодо усунення виявлених порушень норм і вимог, які встановлені в державних стандартах; вживати заходи щодо заборони випуску продукції, яка не відповідає вимогам стандартів тощо.

Держспоживстандарт України як національний орган зі стандартизації репрезентує Україну в міжнародних і міждержавних організаціях з питань стандартизації, метрології, акредитації та сертифікації.

Для організації та забезпечення розроблення, експертизи, погодження та підготовки до затвердження державних стандартів, іншої нормативної документації із стандартизації, а також для проведення робіт з міжнародної (регіональної) стандартизації, за рішенням Держспоживстандарту України, створено 127 технічних комітетів (ТК) з різних галузей народного господарства. До роботи у ТК залучені на добровільних засадах уповноважені представники зацікавлених підприємств, установ і організацій замовників, розробників, виробників продукції (процесів, послуг), органів зі стандартизації, товариств (спілок) споживачів, науково-технічних та інженерних товариств, інших громадських організацій, провідні вчені та фахівці.

Держспоживстандарт України має розгалужену мережу територіальних органів, які об'єднують 35 центрів стандартизації, метрології та сертифікації (ЦСМ). Ці центри від імені Держспоживстандарту України виконують практичну і методичну роботу зі стандартизації, метрології та сертифікації на території України і знаходяться в обласних містах. До складу ЦСМ входять лабораторії Держнагляду.

До основних функцій діяльності ЦСМ належать: контроль за додержанням стандартів й іншої нормативної документації та єдністю вимірювань в даному регіоні; розповсюдження інформації про нормативні документи; організаційно-методична і технічна діяльність зі стандартизації, метрології, управління якістю та сертифікації, оцінки якості продукції (процесів, послуг), її випробування тощо.

Територіальні органи систематично аналізують інформацію щодо якості продукції, яку виробляють підприємства регіону і яка реалізується на ринку, подають цю інформацію до відповідних центральних органів управління.

У галузях народного господарства роботи зі стандартизації, метрології та управління якістю координують служби – підрозділи стандартизації, які діють у рамках міністерств (відомств), організацій. Головна ознака служб

стандартизації - галузева, вони носять відомчий характер і здійснюють свою діяльність від імені міністерства (відомства).

Держспоживстандарт України координує і направляє діяльність галузових служб, до складу яких входять управління (відділи) стандартизації міністерств (відомств), головні та базові організації.

Головні завдання управлінь (відділів) стандартизації міністерств (відомств) – керівництво діяльністю служб у системі міністерства (відомства); вивчення основних напрямків розвитку галузевої стандартизації; організація впровадження стандартів і здійснення контролю за їх впровадженням. Галузеві управління реєструють, розмножують і розповсюджують нормативні документи у своїй галузі.

Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ») утворено постановою Кабінету Міністрів України від 21 серпня 2003 року № 1337.

Закон України «Про стандартизацію» (далі – Закон), який набрав чинності 03.01.2015 року, створює передумови наближення національної системи стандартизації до міжнародних і європейських норм та правил, а також реалізації Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським Співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони, зокрема в частині здійснення необхідної адміністративної та інституційної реформ.

Відповідно до частини першої статті 11 Закону, Мінекономрозвитку було утворено національний орган стандартизації (далі – НОС), який розпочав свою діяльність 03.01.2015.

Згідно з розпорядженням Кабінету Міністрів України від 26.11.2014 № 1163 «Про визначення державного підприємства, яке виконує функції національного органу стандартизації» функції НОС виконує державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (далі – ДП «УкрНДНЦ»).

Відповідно до Закону «Про стандартизацію» до основних повноважень національного органу стандартизації належить:

- організація та координація діяльності щодо розроблення, прийняття, перевірки, перегляду, скасування та відновлення дії національних стандартів;
- прийняття, скасування та відновлення дії національних стандартів;
- підготовка та затвердження програми робіт з національної стандартизації;
- координація діяльності технічних комітетів стандартизації;
- видання національних стандартів;
- формування та ведення національного фонду нормативних документів.
- забезпечення функціонування та розвитку національної системи стандартизації; технічна перевірка проектів стандартів, гармонізація національних стандартів з міжнародними та європейськими, координація діяльності національних технічних комітетів стандартизації (ТК), консультації щодо маркування продукції;
- сертифікація продукції, послуг та систем управління;

- оцінка відповідності продукції технічним регламентам;
- підготовка та підвищення кваліфікації фахівців у сфері стандартизації, сертифікації, метрології та систем управління, підготовка наукових кадрів вищої кваліфікації;
- видання наукового фахового журналу «Стандартизація, сертифікація, якість».

Головні організації – це самостійні науково-дослідні, проектно-конструкторські, технологічні організації, що: виконують найважливіші роботи зі стандартизації продукції, яка відповідає їх профілю; науково-методичне керівництво і координацію робіт галузевих базових організацій зі стандартизації; готують експертизу проектів стандартів до затвердження; галузеві та державні стандарти; вивчають науково-технічний рівень продукції, яку виробляють в Україні та за кордоном; перевіряють та переглядають чинні стандарти; здійснюють контроль за впровадженням і використанням стандартів.

Базові організації ведуть роботи зі стандартизації певної групи продукції, яку виробляють підприємства галузі. Це можуть бути науково-дослідні, проектно-конструкторські організації, фабрики та заводи. Базові організації розробляють основні напрямки розвитку стандартизації закріпленої за ними групи продукції, проекти державних і галузевих стандартів на конкретний вид продукції, здійснюють перевірку технологічних розробок, експертизу нових виробів з метою визначення рівня уніфікації та взаємозамінності тощо.

На окремих підприємствах і в організаціях створені відділи зі стандартизації чи спеціальні бюро, головним завданням яких є науково-технічне й організаційно-методичне керівництво роботами зі стандартизації, метрології та управління якістю на підприємстві, а також безпосередня участь у виконанні цих робіт. Відділи зі стандартизації - самостійні підрозділи і підпорядковуються безпосередньо головному інженеру підприємства. Начальник відділу на рівні з керівником підприємства несе відповідальність за додержання стандартів і ТУ, техніко-економічне обґрунтування розроблених підприємством стандартів і ТУ, їх якість і відповідність показників сучасному рівню техніки, а також за своєчасний перегляд стандартів і ТУ з метою приведення їх у відповідність зі зростаючими вимогами народного господарства та споживачів.

У торгових підприємствах усі роботи зі стандартизації виконуються під керівництвом комерційного директора, заступника директора з роздрібною або оптовою торгівлі, начальника торговельного відділу.

До основних функціональних обов'язків відділів стандартизації на підприємствах належать: систематичний контроль за впровадженням і дотриманням стандартів та іншої НД; забезпечення відділів, цехів та лабораторій необхідною нормативною документацією та інформацією щодо змін у ній; контроль якості продукції; забезпечення єдності та точності вимірювань тощо.

1.3. Категорії та види стандартів

Комплекс нормативних документів ДСС України включає різноманітні стандарти, в яких встановлені вимоги до конкретних об'єктів стандартизації. Залежно від об'єкта стандартизації, складу, змісту, сфери діяльності та призначення НД поділяються на категорії й види.

Категорії нормативних документів. Згідно з ДСТУ 1.0 залежно від об'єкта стандартизації та сфери діяльності нормативні документи зі стандартизації розподіляються 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 (ДСТУ) – це нормативні документи, які діють на території України і застосовуються усіма підприємствами незалежно від форми власності та підпорядкування, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності, міністерствами (відомствами), органами державної виконавчої влади, на діяльність яких поширюється дія стандартів. ДСТУ для будь-якої держави світу є національним стандартом України, який затверджується Держспоживстандартом України. ДСТУ мають міжгалузеве використання і запроваджуються переважно на продукцію масового чи серійного виробництва, на норми, правила, вимоги, терміни та поняття, позначення й інші об'єкти, регламентування яких необхідно для забезпечення оптимальної якості продукції, а також для єдності та взаємозв'язку різних галузей науки, техніки, виробництва та культури.

До державних стандартів прирівнюються державні будівельні норми та правила, а також державні класифікатори техніко-економічної та соціальної інформації. Республіканські стандарти колишнього УРСР застосовуються як державні стандарти України до часу їх заміни або скасування.

Державні стандарти України містять обов'язкові та рекомендовані вимоги. До обов'язкових належать:

- вимоги, що забезпечують безпечність продукції для життя, здоров'я, майна громадян, її сумісність і взаємозамінність, охорону навколишнього природного середовища та вимоги методів випробувань цих показників;
- вимоги техніки безпеки та 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 (застосування) продукції,

Обов'язкові вимоги ДСТУ підлягають безумовному виконанню органами державної виконавчої влади, всіма підприємствами та громадянами - суб'єктами підприємницької діяльності, на діяльність яких поширюється дія стандартів.

Рекомендовані вимоги ДСТУ є обов'язковими для виконання, 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.

Галузеві стандарти України (ГСТУ) розробляють на продукцію, послуги в разі відсутності ДСТУ, або за потребою встановлення вимог, які перевищують або доповнюють вимоги державних стандартів. Вимоги ГСТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ. ГСТУ є обов'язковими для всіх підприємств і організацій даної галузі, а також для підприємств і організацій інших галузей (замовників), які використовують чи застосовують продукцію цієї галузі.

Стандарти науково-технічних та інженерних товариств (спілок) України (СТТУ) розробляють за потребою розповсюдження та впровадження систематизованих, узагальнених результатів фундаментальних і прикладних досліджень, одержаних у певних галузях знань та сферах професійних інтересів. Вимоги СТТУ не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ.

Підприємства застосовують СТТУ добровільно, а окремі громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності, якщо вважають доцільним використовувати нові передові засоби, технології, методи та інші вимоги, які містяться в цих стандартах. Використання СТТУ для виготовлення продукції можливе лише за згодою замовника або споживача цієї продукції, що закріплено договором або іншою угодою.

Технічні умови (ТУ) – нормативний документ, який розробляють для встановлення вимог, що регулюють стосунки між постачальниками (розробником, виробником) і споживачем (замовником) продукції, для якої відсутні державні чи галузеві стандарти (або за потребою конкретизації вимог зазначених документів), їх затверджують на продукцію, яка знаходиться в стадії освоєння і виробляється невеликими партіями. ТУ розробляються на один чи декілька конкретних виробів, матеріалів, речовин, послугу чи групу послуг. Запроваджують ТУ в дію на короткі строки, термін їх дії обмежений або встановлюється за погодженням із замовником. Підприємства використовують ТУ незалежно від форми власності та підлеглості, громадяни – суб'єкти підприємницької діяльності – за договірними зобов'язаннями або ліцензіями на право виготовлення та реалізацію продукції (надання послуг).

Стандарти підприємств (СТП) розробляються на продукцію (процес, послугу), яку виробляють і застосовують (надають) лише на конкретному підприємстві. СТП не повинні суперечити обов'язковим вимогам ДСТУ та ГСТУ. Об'єктами СТП є складові частини продукції, технологічне оснащення та інструмент; технологічні процеси; послуги, які надають на даному підприємстві; процеси організації та управління виробництвом. СТП - основний організаційно-методичний документ у діючих на підприємствах системах управління якістю продукції. Як СТП можуть використовуватися міжнародні,

регіональні та національні стандарти інших країн на підставі міжнародних угод про співробітництво.

Види нормативних документів. Відповідно до ДСТУ 1.0 залежно від специфіки об'єкта стандартизації, призначення, складу та змісту вимог, які встановлені до нього, для різних категорій нормативних документів зі стандартизації розробляють стандарти таких видів:

- основоположні;
- на продукцію, послуги;
- на процеси;
- на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу).

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

Стандарти на продукцію, послуги встановлюють вимоги до груп однорідної або певної продукції, послуги, які забезпечують її відповідність своєму призначенню. У них наводяться технічні вимоги до якості продукції (послуг) при її виготовленні, постачанні та використанні; визначаються правила приймання, способи контролю та випробування, вимоги до пакування, маркування, транспортування, зберігання продукції або якості надаваних послуг.

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 призначення.

Стандарти на методи контролю (випробувань, вимірювань, аналізу) регламентують послідовність (операцій), способи (правила, режими, норми) і технічні засоби їх виконання для різних видів та об'єктів контролю продукції, процесів, послуг. У них наводяться уніфіковані методи контролю якості, що засновані на досягненнях сучасної науки і техніки.

1.4. Планування робіт зі стандартизації

Планування робіт зі стандартизації є складовою частиною плану економічного та соціального розвитку країни. Усі роботи зі стандартизації здійснюються на основі перспективних і поточних планів стандартизації, програм комплексної стандартизації і метрологічного забезпечення. Ці плани дають змогу координувати діяльність усіх організацій країни, які займаються питаннями стандартизації.

Важливе завдання планування – підвищення якості продукції та продуктивності праці, забезпечення єдності, правильності вимірювань у країні, розвиток робіт у межах міжнародної стандартизації, створення сприятливих умов для зовнішньої та внутрішньої торгівлі тощо.

Плани стандартизації повинні бути науково обґрунтовані, погоджені з реальними можливостями виробництва, націлені на його удосконалення, розвиток і підвищення технічного рівня. При складанні планів враховують досягнення науки і техніки, основні напрямки розвитку народного господарства країни та конкретних галузей промисловості. До планів зі стандартизації включають науково-дослідні, дослідно-конструкторські та інші роботи, які необхідні для розроблення стандартів, перегляд усіх категорій та видів стандартів, розробку проектів міжнародних нормативних документів, організаційно-методичні роботи зі стандартизації, метрології, управління якістю і сертифікації.

Загальне методичне керування щодо розроблення планів виконує Держспоживстандарт України та Кабінет Міністрів України на основі ДСТУ 3250. Роботи з державної стандартизації здійснюються відповідно до річного плану, який формують на основі довгострокових програм і проектів планів роботи зі стандартизації технічних комітетів та міністерств (відомств). Координує роботи, веде облік і контроль виконання завдань плану державної стандартизації Держспоживстандарт України. У роботі зі стандартизації бере участь велика кількість спеціалістів та служб різних підприємств та організацій, тому чітке планування і координація їх діяльності має особливе значення для успіху всієї роботи.

Перспективні та поточні плани робіт з державної стандартизації і метрологічного забезпечення розробляються на наступних рівнях: у галузі (відомстві), на підприємстві (об'єднанні), у науково-дослідних і окремих організаціях. Усі плани зі стандартизації є складовою частиною техпромфінплану галузі, підприємства (об'єднання) чи організації. У техпромфінпланах передбачено окремий розділ, згідно з яким виділяються кошти на розробку нових стандартів, перегляд чинних стандартів та іншої нормативної документації, а також на інші види робіт в галузі стандартизації. Планування робіт зі стандартизації дозволяє правильно розподілити кошти для забезпечення комплексності та системності стандартизації при створенні нормативних документів з визначеними прогресивними вимогами до продукції, яка призначена для потреб народного господарства, населення, оборони країни та експорту.

Плани державної стандартизації складаються з основних розділів: розробка нових та перегляд чинних стандартів і технічних умов; державний нагляд і відомчий контроль за впровадженням, додержанням стандартів та іншої НД, за мірами і вимірювальними приладами, співробітництво з питань стандартизації з міжнародними організаціями тощо. Поточні (річні) плани державної стандартизації є складовою частиною перспективних планів і включають заходи з розроблення стандартів та іншої НД на національному та міжнародному рівнях, нагляд за їх впровадженням і дотриманням, підвищення якості продукції, забезпечення єдності та достовірності вимірювань.

ТК, міністерства (відомства) або, за їхнім дорученням, головні (базові) організації зі стандартизації розглядають обґрунтовані замовлення на розроблення стандарту і подають пропозиції щодо плану державної

стандартизації до Держспоживстандарту України. Розглядання пропозицій, формування та затвердження річного плану державної стандартизації України, укладання договорів на розроблення стандартів здійснюють у порядку, встановленому Держспоживстандартом України. На підприємствах (об'єднаннях) та окремих організаціях розробляють перспективні, річні, квартальні й щомісячні плани робіт зі стандартизації. Головним завданням планування робіт зі стандартизації є створення умов для підвищення технічного рівня та якості продукції, підвищення ефективності виробництва, раціональне використання сировинних, паливно-енергетичних та інших матеріальних ресурсів.

Оскільки планування робіт зі стандартизації повинно сприяти підвищенню якості продукції, важливим його завданням є забезпечення комплексної стандартизації продукції. Для здійснення цих завдань у планах передбачається не тільки розроблення стандартів на кінцеву (річну) продукцію, але й стандартів на сировину, матеріали, комплектуючі вироби, а за потребою і на обладнання, оснащення, технологічні процеси, правила пакування, транспортування та зберігання.

Система планування робіт зі стандартизації включає розроблення планів на основі науково-технічного прогнозування, що сприяє розширенню робіт з комплексної і випереджуючої стандартизації.

1.5. Порядок розроблення, затвердження та впровадження стандартів

Серед інших заходів, в контексті приведення національної системи технічного регулювання до вимог Світової організації торгівлі та Європейського союзу, слід відзначити також реалізацію положень вже згаданого розпорядження Кабміну України «План заходів щодо нейтралізації можливих негативних наслідків у зв'язку із вступом України до СОТ та забезпечення підвищення конкурентоспроможності національної економіки» від 12.01.2006 р., а також вищезгаданої «Концепції розвитку технічного регулювання та споживчої політики у 2006 - 2010 роках».

Доречно зазначити, що лише протягом 2007 р. Держспоживстандартом України було опрацьовано і надано зауваження та пропозиції більше ніж до 50 проектів законів України, 220 проектів постанов та розпоряджень Кабінету Міністрів України, більше 50 інших нормативно-правових документів. Крім того, виконано більше 200 доручень Секретаріату Президента України, Верховної Ради України та Кабінету Міністрів України.

Важливо зауважити, що зі вступом у СОТ Україна взяла зобов'язання до 2012 р. реформувати систему технічного регулювання, яка базується на стандартизації, оцінці відповідності та метрології, з метою подолання технічних бар'єрів у торгівлі з країнами членами СОТ. Наразі перед Держспоживстандартом стоїть важливе завдання — виважений підхід до реформування системи технічного регулювання з урахуванням національних особливостей розвитку цієї сфери.

Планування робіт зі стандартизації є складовою частиною плану економічного та соціального розвитку країни. Основним завданням у цій сфері, *є створення ефективною, дієвою, визнаною на міжнародному рівні, запитуваною*

промисловістю та споживачами національної стандартизації, з гармонізованої з усталеною міжнародною практикою, щоб:

- забезпечити національну, екологічну, технічну та технологічну безпеку;
- підвищити якість та конкурентоспроможність продукції, робіт та послуг, зокрема, на міжнародному ринку;
- сприяти глобалізації торгівельних відносин та усуненню технічних бар'єрів у торгівлі;
- сприяти за допомогою стандартів взаємопроникненню технологій, знань та досвіду, накопичених у різних галузях економіки.

Проведення оптимального, економічно ефективного планування робіт з стандартизації необхідно, передусім, для *створення фонду національних стандартів, який би відповідав фондові міжнародних стандартів та стандартів промислово розвинених країн Європи, і тим самим підвищувати рівень гармонізації національних стандартів з міжнародними та європейськими.*

Методологічні засади та правила формування програми національної стандартизації значною мірою визначено зверненням заходів щодо вступу України до СОТ та набуття членства в ЄС. А позиція міжнародних організацій у сфері стандартизації є чіткою і зрозумілою:

- необхідно підтримувати міжнародні стандарти ISO та EC;
- стандарти повинні бути простими і відповідати цілям;
- міжнародні стандарти повинні використовуватися, за можливості, без модифікацій;
- розроблені стандарти повинні прийматися на підставі консенсусу;
- необхідно уникати дублювання зусиль;
- галузеві стандарти та технічні умови компаній слід мінімізувати і, за можливості, подавати у формі документів, які визначають функціональні вимоги;
- користувачі повинні мати представництво в робочих групах зі стандартизації.

Отже, пріоритетним під час складання планів є розроблення національних стандартів, гармонізованих з європейськими стандартами, що входять до переліків стандартів директив ЄС. Для забезпечення комплексності стандартизації до плану також вносять теми щодо розроблення національних стандартів, гармонізованих з міжнародними (ISO, IEC, ITU тощо), у першу чергу ті, на які є посилання в гармонізованих стандартах директив ЄС, а також стандарти тих міжнародних організацій (CAC, OIV, ICUMA, IDF тощо), стандарти яких СОТ визнає як міжнародні.

Вперше в незалежній Україні правила розроблення плану державної стандартизації було викладено в КНД 50-014-93. «Порядок розроблення плану державної стандартизації», де фактично було зафіксовано практику колишнього СРСР. У 1995 р. було надано чинності стандарту ДСТУ 3250-95. «Порядок розроблення плану державної стандартизації», який встановив загальні положення, порядок формування, узгодження, затвердження та контролю виконання річного плану державної стандартизації на основі напрацювань у незалежній Україні. Законодавчою базою його розроблення був Декрет

Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію» від 10.05.1993 № 46.

Після прийняття Закону України «Про стандартизацію» від 17.05.2001 №2408-111 НДІ стандартизації в рамках національної системи стандартизації розробив проект ДСТУ 1.8. «Національна стандартизація. Правила розроблення програми робіт із стандартизації» на заміну ДСТУ 3250–95. («Порядок розроблення плану державної стандартизації»), який встановлює основні правила складання програми робіт із стандартизації та ведення цієї програми. Законодавчою базою розроблення цих правил є Закон України «Про стандартизацію». Ураховано також практику європейського законодавства та вимоги міжнародних нормативних документів.

Ще одним кроком до запровадження в Україні міжнародної практики стандартизації було започатковане наприкінці 1990-х рр. розроблення (з актуалізацією двічі на рік) Технічної програми робіт із стандартизації відповідно до ISO/IEC Guide 59:1994. «Кодекс усталених правил стандартизації». Технічна програма містить теми, пов'язані з розробленням лише таких національних стандартів, що не запроваджують міжнародні чи регіональні, відрізняються від них або не мають серед них аналогів. Технічна програма дає змогу усім заінтересованим сторонам ознайомитись із суто національними напрацюваннями у сфері стандартизації.

Структура Технічної програми є аналогічною плану. Додатково в ній для кожної теми наводять відповідними кодами поточний етап розроблення стандарту та термін його виконання, що дає змогу відслідковувати хід виконання робіт. Технічну програму актуалізують двічі на рік та розміщують в інформаційних мережах, адреса сайту – www.dssu.gov.ua.

Тобто, з 2001 р. (хоча на сьогоднішній день чинності ДСТУ 1.8 ще не надано) складалися щорічні плани національної стандартизації з дотриманням таких принципів:

- відкритість та прозорість процедур розроблення та прийняття плану;
- забезпечення участі усіх зацікавлених юридичних і фізичних осіб у розробленні плану;
- забезпечення системності та узгодженості складників плану;
- прийняття плану на основі добровільної згоди усіх заінтересованих сторін (консенсусу);
- доступність плану та інформації щодо нього.

Усі роботи зі стандартизації здійснюються на основі перспективних і поточних програм (планів) стандартизації, програм комплексної стандартизації і метрологічного забезпечення. Ці програми дають змогу координувати діяльність усіх організацій країни, які займаються питаннями стандартизації.

Програма робіт в широкому розумінні – це документ, що визначає завдання та пріоритети стандартизації, засоби та шляхи їх досягнення, і формує взаємоузгоджену та комплексну систему заходів центрального органу влади у сфері стандартизації, технічних комітетів (ТК) та інших суб'єктів стандартизації, спрямовану на ефективне розв'язання проблем та реалізацію державної політики щодо економічного і соціального розвитку, досягнення

стабільного економічного зростання, утвердження України як високотехнологічної держави.

Програму розробляють, щоб здійснити державну політику щодо технічного регулювання: розвитку галузей економіки, концентрації фінансових, інтелектуальних, матеріальних та інших ресурсів, науково-технічного потенціалу на реалізації визначених пріоритетів щодо робіт із стандартизації. Програму робіт із стандартизації розробляють на підставі стратегічних та поточних пріоритетних напрямків стандартизації. Основні принципи розроблення програми робіт із стандартизації представлені на (рис.1.1).

Стратегічні пріоритетні напрямки зумовлено реальними політичними та соціально-економічними процесами, зокрема, базовим принципом та основним пріоритетом України, яким є гармонійний розвиток економіки, людського потенціалу та природного середовища, і визначено низкою законодавчих та нормативно-правових документів.

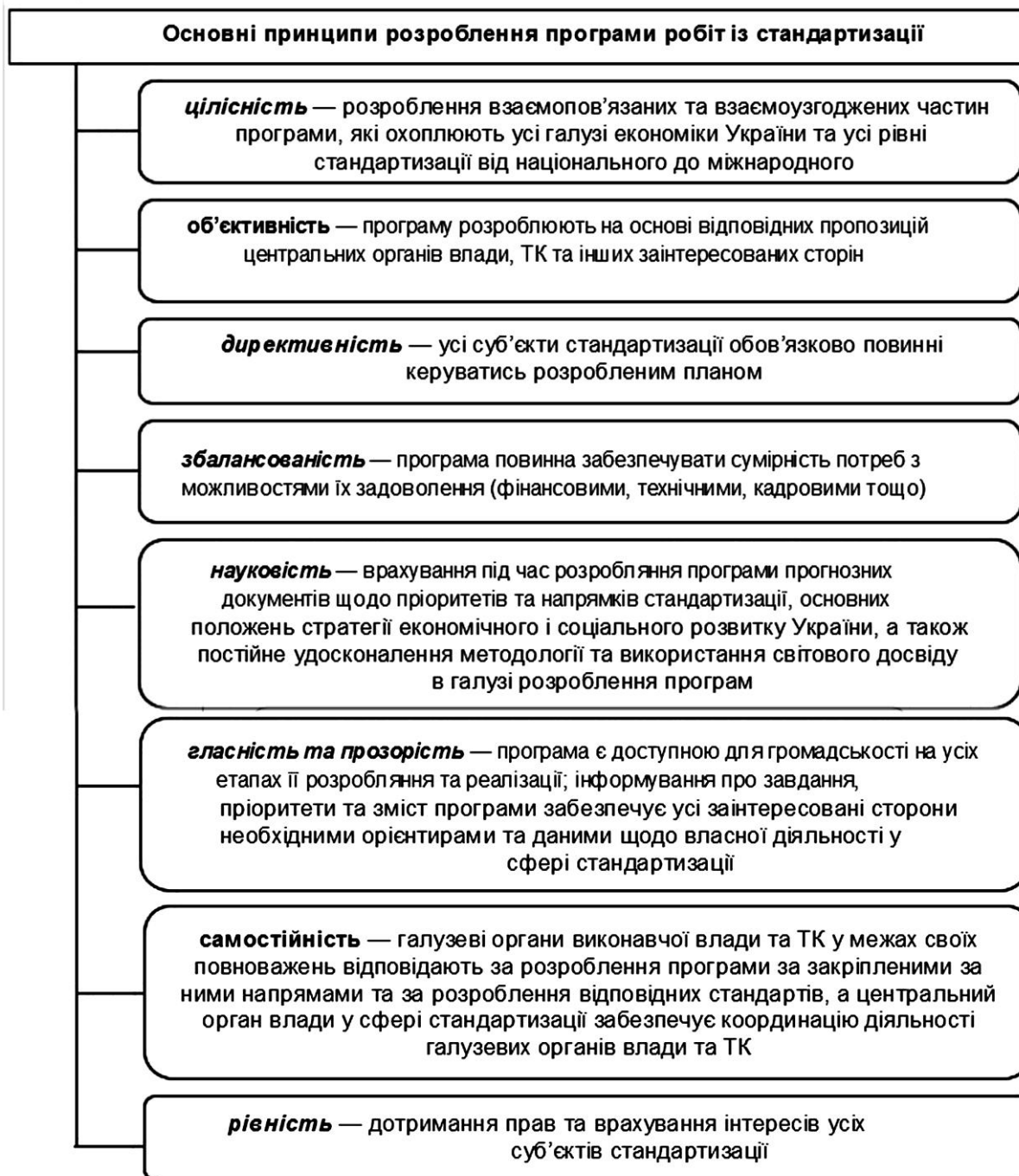


Рисунок 1.1 – Основні принципи розроблення програми робіт із стандартизації

У першу чергу це:

- нові та відновлювані джерела енергії;
- новітні ресурси та енергоощадні технології;
- критичні технології;
- машинобудування та приладобудування, як основа високотехнологічного оновлення усіх галузей виробництва;
- інформаційні технології та телекомунікації, нанотехнологія, мікроелектроніка;
- вдосконалення хімічних технологій, нові матеріали, біотехнології;
- технології високоякісної металургії;

- високотехнологічний розвиток сільського господарства та переробної промисловості;
- транспортні системи;
- охорона та оздоровлення людей, захист довкілля (екологічний менеджмент).

Слід зазначити, що формування програми робіт із стандартизації необхідно провадити таким чином, щоб розроблення та впровадження стандартів відповідало визначеним міжнародними організаціями основним напрямкам політики у сфері стандартизації на урядовому рівні:

- сприяння впровадженню міжнародних стандартів;
- використання однозначної термінології;
- усунення технічних бар'єрів у торгівлі на підставі стандартів;
- сприяння науково-технічному співробітництву.

Успішне вирішення цих питань пов'язане із гармонізацією національних стандартів з міжнародними чи, за потреби, з регіональними. Однією з основних умов цього процесу є правильний вибір нормативного документа для гармонізації, що накладає певні вимоги до підготовки пропозицій та формування програми робіт із стандартизації. Критеріями такого вибору тем до програми є:

- ступінь забезпеченості рівня взаємозамінності та технічної сумісності об'єкта стандартизації та його вплив на економічну і технічну ефективність співробітництва;
- значення стандарту для взаємного визнання результатів випробовування та контролювання якості продукції;
- ступінь зв'язку стандартів з іншими нормативними документами;
- здатність стандарту реально або потенційно усувати технічні бар'єри в торгівлі.

Необхідно також зважати на те, що чинниками, які впливають на ступінь гармонізації національних стандартів, є загальний рівень економіки, її орієнтація на зовнішню торгівлю, обсяги внутрішнього ринку, ступінь та спосіб входження країни до організації міжнародного співробітництва. Загальне методичне керування щодо розроблення програм із стандартизації виконує Держспоживстандарт України та Кабінет Міністрів України. Роботи з державної стандартизації здійснюються відповідно до річного плану, який формують на основі довгострокових програм і проектів планів роботи з стандартизації технічних комітетів та міністерств (відомств). Координує роботи, веде облік і контроль виконання завдань плану державної стандартизації Держспоживстандарт України. У роботі з стандартизації бере участь велика кількість спеціалістів та служб різних підприємств та організацій, тому чітке планування і координація їх діяльності має особливе значення для успіху всієї роботи.

Перспективні та поточні плани робіт з державної стандартизації і метрологічного забезпечення розробляються на наступних рівнях: у галузі (відомстві), на підприємстві (об'єднанні), у науково-дослідних і окремих організаціях. Усі плани зі стандартизації є складовою частиною техпромфінплану галузі, підприємства (об'єднання) чи організації. У

техпромфінпланах передбачено окремий розділ, згідно з яким виділяються кошти на розробку нових стандартів, перегляд чинних стандартів та іншої нормативної документації, а також на інші види робіт в галузі стандартизації. Планування робіт зі стандартизації дозволяє правильно розподілити кошти для забезпечення комплексності та системності стандартизації при створенні нормативних документів з визначеними прогресивними вимогами до продукції, яка призначена для потреб народного господарства, населення, оборони країни та експорту.

План робіт із стандартизації містить перелік національних стандартів, прийнятих до розроблення на підставі пропозицій міністерств (відомств), ТК та організацій-розробників. Після затвердження план у двотижневий строк розсилають міністерствам (відомствам) та ТК. План актуалізують двічі на рік (червень, грудень) і розміщують в інформаційних мережах, адреса сайту – www.dssu.gov.ua.

Також двічі на рік на підставі пропозицій міністерств (відомств), ТК та організацій-розробників формують додаток до плану, який містить нові, запропоновані протягом року роботи за умови їх позабюджетного фінансування та відповідного обґрунтування доцільності проведення таких робіт. Щорічний план містить дві частини:

- *Частина 1*, яка охоплює нові теми з розроблення національних стандартів, гармонізованих з європейськими та міжнародними стандартами, за кошти державного бюджету.

- *Частина 2*, яка містить перехідні теми, за якими розроблення стандартів у попередні роки не було завершено.

Теми плану згруповано у порядку зростання номерів ТК. Якщо теми стосуються напрямків, за якими ТК відсутні, то такі теми згруповано у кінці плану за організаціями-розробниками. За наявності великої кількості тем того чи іншого ТК їх наведено за класифікованими об'єктами стандартизації відповідно до ДК 004–2003. «Український класифікатор нормативних документів». Включення до плану пропозицій щодо розроблення стандартів можливе лише за узгодженням з відповідним ТК, до сфери діяльності якого належить об'єкт стандартизації. Перехід від галузевого розподілу робіт до закріплення тем за ТК зумовлено тим, що з огляду на потребу вирішення встановлених стратегічних завдань і для забезпечення системності та узгодженості робіт з національної стандартизації до розроблення та впровадження національних стандартів необхідно якнайширше залучати як основну ланку ТК, а вже через них – усі заінтересовані сторони. На нашу думку, саме ТК, значною мірою створені на базі головних інститутів галузей економіки, є тими основними суб'єктами, за допомогою яких, у першу чергу, необхідно формувати план.

Плани державної стандартизації складаються з основних розділів:

- розробка нових та перегляд чинних стандартів і технічних умов;
- державний нагляд і відомчий контроль за впровадженням, додержанням стандартів та інших нормативних документів, за мірами і вимірювальними приладами, співробітництво з питань стандартизації з міжнародними

організаціями тощо. Поточні (річні) плани державної стандартизації є складовою частиною перспективних планів і включають заходи:

- з розроблення стандартів та інших нормативних документів на національному та міжнародному рівнях;
- нагляд за їх впровадженням і дотриманням;
- підвищення якості продукції, забезпечення єдності та достовірності вимірювань. ТК, міністерства (відомства) або, за їхнім дорученням, головні (базові) організації зі стандартизації розглядають обґрунтовані замовлення на розроблення стандарту і подають пропозиції щодо плану державної стандартизації до Держспоживстандарту України. Розглядання пропозицій, формування та затвердження річного плану державної стандартизації України, укладання договорів на розроблення стандартів здійснюють у порядку, встановленому Держспоживстандартом України.

На підприємствах (об'єднаннях) та окремих організаціях розробляють перспективні, річні, квартальні й щомісячні плани робіт зі стандартизації. Головним завданням планування робіт зі стандартизації є створення умов для підвищення технічного рівня та якості продукції, підвищення ефективності виробництва, раціональне використання сировинних, паливно-енергетичних та інших матеріальних ресурсів.

Оскільки планування робіт зі стандартизації повинно сприяти підвищенню якості продукції, важливим його завданням є забезпечення комплексної стандартизації продукції. Для здійснення цих завдань у планах передбачається не тільки розроблення стандартів на кінцеву (річну) продукцію, але й стандартів на сировину, матеріали, комплектуючі вироби, а за потребою і на обладнання, оснащення, технологічні процеси, правила пакування, транспортування та зберігання. Система планування робіт зі стандартизації включає розроблення планів на основі науково-технічного прогнозування, що сприяє розширенню робіт з комплексної і випереджуючої стандартизації.

В умовах сучасної багатогалузевої промисловості розроблення стандартів є складною науково-технічною роботою, що потребує значного часу та коштів. Тому під час розроблення стандартів слід дотримуватися основних вимог:

1. Стандарти необхідно розробляти тільки за потребою. В першу чергу повинні розроблятися стандарти, які забезпечують безпеку життя населення, охорону навколишнього середовища, сумісність та взаємозамінність продукції.

2. Потрібно взаємне прагнення всіх зацікавлених сторін, які розробляють, виготовляють та споживають продукцію, до досягнення згоди щодо управління якістю продукції, її сумісністю та взаємозамінністю.

3. Керуватися вимогами споживачів, для чого представники всіх галузей народного господарства та спілка споживачів повинні брати участь у розробленні проектів стандартів, готувати пропозиції щодо розробки, перегляду та зміни стандартів.

4. Використовувати сучасні методи стандартизації.

5. Встановлювати такі вимоги до основних властивостей об'єкта стандартизації, які можна об'єктивно перевірити.

6. Потрібно виключати одночасне розроблення стандартів на ідентичні об'єкти стандартизації.

7. Стандарти повинні бути викладені чітко для забезпечення однозначності розуміння їх вимог.

Як вже зазначено, розроблення державних стандартів України здійснюють технічні комітети зі стандартизації (ТК), міністерства (відомства), головні (базові) організації зі стандартизації або організації, що мають у відповідній галузі необхідний науково-технічний потенціал.

Для досягнення організаційно-методичної єдності при розробленні стандартів, забезпечення координації та контролю робіт за розробленням стандартів, підготовки до їх впровадження Національна система стандартизації України передбачає визначені правила та порядок. Правила Національної системи стандартизації України не залежать від об'єкта стандартизації, вони є загальними і наведені у ДСТУ 1.2:2003. «Національна стандартизація. Правила розроблення національних нормативних документів». Запроваджені наступні стадії виконання робіт:

1. Організація розроблення стандарту.
2. Розроблення в першій редакції проекту стандарту.
3. Розроблення в остаточній редакції проекту стандарту.
4. Затвердження та державна реєстрація стандарту.
5. Видання стандарту.
6. Нагляд за впровадженням та додержанням стандартів (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Порядок розроблення, затвердження та впровадження стандартів

№з/п	Стадії	Зміст конкретного етапу
1	Організація розроблення стандарту	Згідно з затвердженим планом стандартизації керівник організації, яка повинна розробляти проект стандарту, призначає відповідальних виконавців та визначає термін виконання окремих етапів роботи. Розробляється технічне завдання (ТЗ) на розробку стандарту. З цією метою здійснюється збір, вивчення та аналіз матеріалів щодо об'єкта стандартизації з урахуванням досягнень вітчизняного та закордонного досвіду, виконуються патентні дослідження У ТЗ, що розробляється, зазначають мету та завдання стандарту; перелік вимог, які будуть встановлені у стандарті; об'єм та етапи роботи і строки їх виконання. ТЗ на розробку стандарту затверджує голова ТК або керівник організації розробника після погодження з Держспоживстандартом України та зацікавленими міністерствами (відомствами). Якщо стандарт розробляє ТК, то для виконання робіт ним визначається відповідний підкомітет (ПК) формується робоча група (РГ) або залучається найбільш компетентна в цій галузі стандартизації організація (підприємство).

№з/п	Стадії	Зміст конкретного етапу
2	Розроблення проекту стандарту (перша редакція)	ТК (ПК, РГ) або організація розробник готує проект стандарту згідно з договором і ТЗ на розробку стандарту. Для підготовки проекту стандарту здійснюють науково-дослідні, проектно-конструкторські роботи, випробування тощо. На основі науково-дослідних робіт вибирають оптимальні варіанти об'єкта (показники, норми, критерії, вимоги, правила), які стандарт повинен встановлювати. На стадії розробки проект стандарту перевіряють на патентну чистоту. Патентно-чистими називають стандарти, що не підпадають під дію патентів, які існують у країнах світу. Одночасно з розробкою проекту стандарту складається пояснювальна записка, проводяться техніко-економічні розрахунки та розробляється план організаційно-технічних заходів щодо впровадження стандарту. Підготовлений проект стандарту та пояснювальну записку розсилають на відгук організаціям відповідно до переліку, з якими повинен бути погоджений проект стандарту.
3	Розробка проекту стандарту (остаточна редакція)	Організації, що одержали проект стандарту, складають на нього відгук і надсилають його на адресу ТК або організації розробника не пізніше, ніж через місяць від дня одержання проекту стандарту. ТК або організація розробник опрацьовує одержані відгуки і складає зведення усіх відгуків. На підставі зауважень і пропозицій, які містяться у зведених відгуках, здійснюється доопрацювання проекту стандарту, робляться обґрунтовані висновки щодо кожного зауваження та пропозиції. За наявності суттєвих розбіжностей відносно проекту стандарту ТК або організація розробник організують їх всебічний розгляд та усунення. На основі проведеної роботи складається остаточна редакція стандарту. ТК або науково-технічна рада (НТР) організації розробника розглядає проект стандарту в остаточній редакції і приймає рішення про надання його на затвердження. Прийняте рішення оформлюється протоколом, в якому зазначено результати голосування кожного члена ТК або НТР організації розробника.

№з/п	Стадії	Зміст конкретного етапу
4	Затвердження та державна реєстрація проекту	ТК, відповідне міністерство (відомство) або організація-розробник подає на затвердження до Держспоживстандарту України остаточну редакцію проекту стандарту українською та російською мовами. Держспоживстандарт України здійснює державну експертизу остаточної редакції стандарту. До експертизи проекту стандарту залучаються науково-дослідні інститути Держспоживстандарту України ТК, відомі вчені та фахівці. Після проведення експертизи Держспоживстандарт України розглядає стандарт і приймає рішення про затвердження або повернення остаточної редакції стандарту на доопрацювання. Державна реєстрація стандарту, яку виконує Держстандарт України впроваджується з метою виключення дублювання стандартів і забезпечення централізованої інформації стосовно них у країні. При реєстрації стандартам надається позначення, яке складається з індексу (ДСТУ, ТУ, ГСТУ, СТП, СТТУ), реєстраційного номера та року затвердження чи перегляду стандарту (дві останні цифри року, які відокремлені тире). У позначенні державного стандарту України, що входить до комплексу стандартів міжгалузевих систем, його реєстраційному номері перші цифри з крапкою визначають комплекс стандартів. Усі зареєстровані стандарти заносяться до класифікатора єдиного фонду стандартів країни.
5	Видання стандартів	Видання і розповсюдження державних стандартів здійснюється Держспоживстандартом України. Галузеві та інші стандарти видають міністерства (відомства), підприємства та організації. Розповсюджують стандарти через мережу спеціалізованих магазинів стандартів. Інформацію щодо затвердження стандартів надають у щомісячному інформаційному покажчику «Стандарти», а стосовно чинних стандартів в Україні – у річному виданні «Каталог нормативних документів» та покажчику міждержавних стандартів. Впровадження стандартів є важливим державним завданням а також завершальним етапом комплексу робіт зі стандартизації. Стандарти впроваджуються у визначений термін на основі планів організаційно-технічних заходів. Стандарт вважається впровадженим на підприємстві, якщо встановлені у ньому показники норми та вимоги дотримуються у відповідній галузі застосування. Стандарт на продукцію вважається впровадженим, якщо продукція відповідає усім вимогам цього стандарту. Стандарти, як і інші нормативні документи, не можуть залишатися незмінними протягом тривалого часу. Під впливом темпів розвитку науки та техніки, удосконалення технології виробництва, створення нових речовин, матеріалів тощо в усіх галузях промисловості країни відбувається старіння продукції, яку замінюють новою більш сучасною, модернізованою.

№з/п	Стадії	Зміст конкретного етапу
		З цієї причини показники, норми, вимоги та правила, раніше встановлені у стандартах, застарівають і втрачають свою актуальність. Для забезпечення прогресивної ролі стандартизації, розвитку країни та підвищення якості продукції слід постійно вносити відповідні зміни у показники, норми та вимоги стандартів, які можна забезпечити не тільки шляхом розроблення нових стандартів, але й шляхом систематичної перевірки чинних нормативних документів. Результатом перевірки стандартів є удосконалення їх вимог з урахуванням соціально-економічних пріоритетів, розвитку науки і техніки, впровадження прогресивних екологічно чистих і безвідходних технологій, підвищення вимог до якості продукції, а також встановлення ступеня їх відповідності чинному законодавству, вимогам міжнародних, регіональних стандартів і національних стандартів інших країн. Перевірку чинних стандартів здійснюють принаймні один раз на п'ять років. Строки проведення перевірок та їх періодичність визначають для кожного стандарту при його затвердженні, про що і вказують в інформаційних даних стандарту. Перевірку стандартів здійснюють ТК або організації розробники стандарту. Під час перевірки стандартів визначають відповідність показників, норм та вимог стандартів передовим досягненням науки, техніки, виробництва, безпеки, вимогам споживачів і взаємопов'язаних з ними нормативних документів. За результатами перевірки стандарту готують пропозиції щодо доцільності подальшого його застосування або про його перегляд, внесення змін чи скасування. Ці пропозиції подаються до органу, що затвердив стандарт. Якщо у процесі перевірки потрібно внести зміни до важливих показників технічного рівня й якості продукції, які встановлені у стандарті, такий стандарт підлягає перегляду. Перегляд стандартів здійснюється шляхом розробки нових стандартів. При цьому переглянутий стандарт скасовують, а у новому зазначають, замість якого стандарту його розроблено. Під час перегляду стандарту одночасно повинні бути надані пропозиції щодо перегляду чи зміни взаємопов'язаних з ним нормативних документів зі стандартизації. У позначенні переглянутого стандарту номер його залишається, а змінюють дві останні цифри – рік його затвердження. Зміни у стандарти вносять за потребою коректування окремих значень показників і параметрів чи їх вилучення, а також введення додаткових параметрів і вимог, якщо це не пов'язано зі зміною основних технологічних і експлуатаційних характеристик об'єкта стандартизації. Розроблення, узгодження, подання на затвердження, затвердження та державна реєстрація змін до стандарту здійснюється згідно з чинним ДСТУ. Кожній затвердженій зміні надається при реєстрації порядковий номер і визначається дата введення її в дію.

№з/п	Стадії	Зміст конкретного етапу
		Інформацію щодо змін у стандарті та текст цих змін публікують у щомісячному інформаційному покажчику державних стандартів України, не пізніше ніж за 6 місяців до терміну надання йому чинності. Скасовує стандарт орган, що затвердив його, у разі припинення випуску продукції (використання процесу, надання послуги), регламентованої цим НД. Інформацію щодо скасування стандарту публікують в інформаційному покажчику державних стандартів України, не пізніше ніж за 3 місяці до дати його скасування. При цьому стандарт діє до дати його скасування чи до дати введення в дію нового стандарту. Використання такої системи слідкування за рівнем стандартів, технічних умов та іншої нормативної документації дозволяє забезпечити безперервність і відповідність їх вимог потребам науки техніки та промисловості країни.
6	Нагляд за впровадженням та додержанням стандартів	Діяльність спеціальних уповноважених органів, які здійснюють контроль за додержанням підприємствами і організаціями (незалежно від форм власності) посадовими особами і громадянами вимог і правил нормативних документів під час розроблення і виробництва продукції (процесів, робіт, послуг).

Загальні вимоги до змісту розділів технічних умов, їх реєстрація.

В технічних умовах (ТУ) установлюють вимоги до якості, виконання, розмірів, сировини, складаних одиниць, охоплюючи вимоги до фірмового знака, термінології, умовних познач, методів випробування (вимірювання, контролювання, аналізування), пакування, маркування та етикетування, а також визначають, за потреби, способи оцінювання відповідності встановленим обов'язковим вимогам.

ТУ розробляють ініціативно або на замовлення, якщо:

- нема національних стандартів на розроблювану продукцію;
- декілька однорідних видів продукції – групу однорідної продукції (групові ТУ). Групові ТУ складають на два або кілька видів продукції, які характеризуються спільністю функціонального призначення, сфери застосування, конструктивно-технологічного вирішення та номенклатури основних характеристик споживчих властивостей та показників якості.

Якщо на групу однорідної продукції є національний стандарт або стандарт організації виду «Загальні технічні умови», то показники чи вимоги до конкретної продукції, які виділяють її з групи однорідної (марка, склад тощо) установлюють у ТУ.

Для виготовлення продукції або надання послуги на експорт – суб'єкти господарювання можуть застосовувати чинні ТУ інших країн, якщо це зазначено в договорі (контракт), за умови дотримання обов'язкових вимог безпеки та охорони довкілля, і якщо вони не суперечать чинному законодавству

України, щодо виготовлення, транспортування і зберігання на території України.

За тих самих умов дозволено застосувати нормативні документи (НД) міжнародних чи регіональних організацій зі стандартизації, членом яких є Україна, а також інших міжнародних організацій, документи яких визнано Генеральною Угодою з тарифів та торгівлі Світової організації торгівлі. Суб'єкти господарювання можуть використовувати чинні ТУ іноземних фірм на договірних (контрактних) засадах згідно з ГОСТ 15.311. У договорах (контрактах) має бути передбачено зобов'язання власника ТУ про забезпечення користувача всіма змінами до них, а також у разі потреби, власник може дати дозвіл користувачеві скопіювати ТУ.

Технічні умови розробляють за рішенням виробника (постачальника) або на вимогу споживача (замовника). Основою для розроблення ТУ є технічне завдання продукції (договір, контракт, протокол) підготовлене та затверджене установленим порядком. Зміни до технічних умов розробляють власники ТУ. За кількістю змін до ТУ понад 10 або в разі внесення змін у вимоги, за якими ідентифікують продукцію, ТУ підлягають перегляду з розробленням ТУ на заміну чинних. Технічні умови переглядають не рідше одного разу на п'ять років після надання їм чинності чи останнього перевіряння. Державну реєстрацію технічних умов на продукцію чи змін до ТУ виконують згідно з ДСТУ 1.6. «Правила реєстрації. Нормативних документів». Облік, зберігання та обіг облікованих копій ТУ здійснюють порядком, установленим власником ТУ (рис. 1.2).

У розділі **«Сфера застосування»** має бути назва продукції, її призначеність (сфера застосування) та умови використання (надання послуги, виконання процесу). Треба подати приклад позначки продукції під час її замовляння та для посилання в інших нормативних документах.

Розділ **«Нормативні посилання»** – згідно з ДСТУ 1.5.–2003 «Національна стандартизація. Правила побудови, викладання, оформлення та вимоги до змісту нормативних документів».

Розділ **«Технічні вимоги»** має такі розділи:

- параметри й розміри;
- основні показники та характеристики (властивості);
- вимоги до сировини, матеріалів, купованих виробів;
- комплектність;
- маркування;
- пакування.

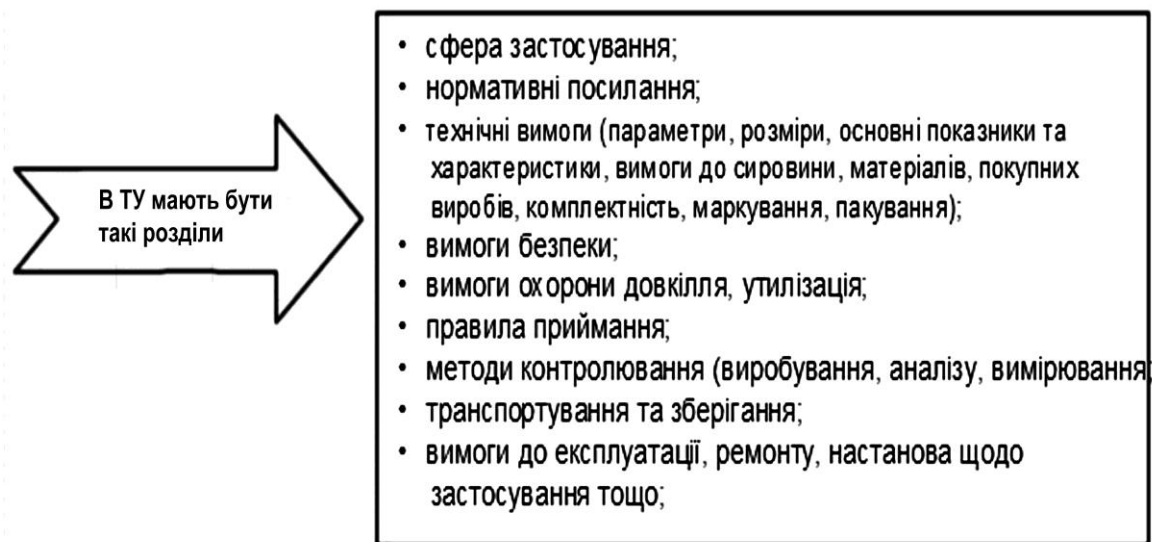


Рисунок 1.2 – Структура ТУ

У підрозділі «**Маркування**» доцільно наводити посилання на нормативні документи, вимогам яких має відповідати маркування.

Наприклад, у маркуванні харчової продукції має бути:

- загальна назва харчового продукту;
- харчова цінність, а також енергетична цінність, для харчових продуктів, що її мають;
- номінальна кількість харчового продукту в установлених одиницях виміру маси чи об'єму;
- кінцевий термін реалізації, або дата виготовлення і строк придатності до споживання;
- склад харчового продукту, якщо його виготовлено з кількох складників, із зазначенням переліку назв, використаних у процесі виготовлення інших продуктів харчування, харчових добавок;
- позначення НД;
- наймення та адреса виробника, місце виготовлення;
- наявність у харчовому продукті складників з генетично модифікованої сировини (у випадках, коли використання таких складників передбачено НД або нормативно-правовими актами на цей харчовий продукт);
- умови зберігання;
- умови використання (якщо такі передбачено);
- застереження щодо вживання харчового продукту певними категоріями (групами) населення (діти, вагітні, літні люди, спортсмени, хворі тощо);
- інша інформація, передбачена чинними в Україні нормативними документами, дія яких поширюється на певний харчовий продукт.

Заборонено наводити в маркуванні інформацію про лікувальні властивості харчових продуктів без дозволу центрального органу виконавчої влади у сфері охорони здоров'я. У маркуванні харчових продуктів потрібно використовувати затверджені встановленим порядком специфічні позначки, якими позначають дієтичні, профілактичні, оздоровчі, харчові продукти, біологічно активні харчові добавки, дитяче харчування, харчування для

спортсменів. Опис специфічних познач, їх використання та маркування продуктів штриховими кодами здійснюють порядком, установленим Кабінетом Міністрів України.

У підрозділі **«Пакування»** мають бути вимоги згідно з ДСТУ 1.5. та рекомендовано враховувати вимоги ISO/IEC Guide 41. Доцільно наводити посилання на нормативні документи, вимоги яких мають відповідати пакування, засоби консервування, види спожиткової та транспортної тари.

У розділі **«Вимоги безпеки»** треба зазначити ті вимоги безпеки, які пов'язано зі специфікою виготовлення саме цього виробу (речовини, матеріалу), виконання процесу, а не функціонування виробництва взагалі зі специфікою надання саме цієї послуги, а не роботи всього підприємства обслуговування. У вимогах безпеки має бути передбачено всі види можливої небезпеки, які може заподіяти цей виріб (матеріал, речовина) на всіх стадіях виробництва та використання (споживання); мають бути допустимі норми, які треба встановити таким чином, щоб ці норми безпечного функціонування продукції не змінювалися протягом її служби (придатності). Вимоги безпеки мають бути згідно з ДСТУ вимоги ДСТУ ISO/IEC Guide50-2001«Безпека дітей і стандарти. Загальні принципи» та ДСТУ ISO/IEC Guide51-2002» Аспекти безпеки. Настанови щодо їх включення до стандартів».

Залежно від специфіки виробництва та призначення продукції дозволено доповнювати іншими розділами та об'єднувати окремі розділи.

В ТУ на продукцію, виготовлення та використання якої можуть зашкодити здоров'ю, майну громадян чи природному довкіллю, обов'язково мають бути розділи «Вимоги безпеки» та «Вимоги охорони довкілля». ТУ на послуги мають враховувати вимоги ДСТУ 3279. — 95 «Стандартизація послуг. Основні положення». В ТУ дозволено долучати вимоги до процесу чи способу виготовлення продукції, якщо окремі вимоги до продукції не можна відобразити певними показниками, але їх можна досягти за умови однозначного дотримання будь-яких інших вимог(санітарно-гігієнічних,технологічних, до покриттів, обладнання, кліматичних умов тощо). Недозволено посилатися на документи, які не внесено в державні реєстри нормативних документів. Придатність ТУ для підтвердження відповідності забезпечують виконанням вимог ISO/IEC Guide 7. — 1994. Guidelines for drafting of standards suitable for use for conformity assesment. (Настанови щодо розроблення стандартів, придатних до використання для оцінювання).

Титульний аркуш слід оформляти згідно з додатком А. На титульному аркуші ТУ в лівому верхньому кутку проставляють код продукції за ДК 016. У правому верхньому куті зазначають код нормативного документа на продукцію за ДК 004. Нижче назви продукції та позначення ТУ в дужках подають позначення документа, на заміну якого їх видано, термін введення та дії ТУ (за потреби). Якщо ТУ впроваджують уперше, відмітку про це роблять у дужках нижче позначення.

На титульному аркуші треба передбачити вільне місце розміром 90 мм на 45 мм для розміщення штампа органу державної реєстрації ТУ, в якому має бути назва органу державної реєстрації, реєстраційний номер та дата реєстрації.

У позначенні технічних умов має бути:

- індекс документа – «ТУ»;
- скорочена назва держави – «У»;
- код продукції за ДК 016 (три перші знаки);
- код підприємства (організації) власника ТУ згідно з «Єдиним державним реєстром підприємств і організацій України» (ЄДРПОУ) (вісім знаків);
- порядковий реєстраційний номер, що його надає власник ТУ (три знаки);
- рік прийняття (чотири знаки) для ТУ, прийнятих уперше чи на заміну чинних ТУ, – через двокрапку.

Приклад: ТУ У27.1-21926977-001:2004

ТУ на продукцію будівельного призначення позначають за правилами, встановленими Держбудом України.

Побудова, виклад, оформлення, зміст ТУ та зміни до них мають відповідати вимогам ДСТУ 1.3, ДСТУ 1.5, а для ТУ та змін до них, що є у складі конструкторської документації, вимогам ДСТУ 1.3, ГОСТ 2.105, ГОСТ 2.114, ГОСТ 2.503.

Структура технічних умов для реконструкції чи модернізації вантажопідійомних кранів, тощо повинна бути така:

- 1 Галузь використання.
- 2 Нормативні посилання.
- 3 Технічні вимоги.
 - 3.1 організація робіт;
 - 3.2 параметри і розміри вузлів, деталей;
 - 3.3 конструкційні вимоги;
 - 3.4 вимоги до матеріалів;
 - 3.5 правлення, розмітка заготовок;
 - 3.6 вирізання та оброблення крайок деталей;
 - 3.7 складання під зварювання;
 - 3.8 вимоги при зварюванні;
 - 3.9 додаткові вимоги при зварюванні за низькими температурами;
 - 3.10 монтаж електрообладнання;
 - 3.11 заземлення;
 - 3.12 налагодження електрообладнання;
 - 3.13 перевірка електроізоляції;
 - 3.14 заключний етап реконструкції чи модернізації;
- 4 Вимоги техніки безпеки та охорони навколишнього середовища.
- 5 Методи контролю і правила приймання.
- 6 Правила експлуатації, ремонту та утилізації.
- 7 Гарантії виготівника.

ДОДАТКИ

Додаток А (обов'язковий) Порядок зберігання та використання зварювальних матеріалів електродів, дротів, флюсу тощо.

Додаток Б (обов'язковий) Методи контролю якості виконаних робіт.

Додаток В (обов'язковий) Перевірка механічних властивостей контрольних зразків.

Додаток Г (обов'язковий) Приймання об'єкту після модернізації чи реконструкції.

Додаток Д (обов'язковий) Фарбування об'єкту.

Лист реєстрації змін.

Стандарти, технічні умови та зміни до них подають на реєстрацію зброшурованими. Національні стандарти, міждержавні стандарти, крім ТУ, реєструють Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості (УкрНДНЦ).

ТУ реєструють державні підприємства (ДП), які підпорядковано центральному органу виконавчої влади у сфері стандартизації і яким чинне законодавство надало право реєстрування за вибором підприємства-розробника продукції чи підприємства-власника ТУ.

Реєструють такі технічні умови:

- ТУ на продукцію серійного та масового виробництва, яку постачають самостійно;

- ТУ на послуги;

- ТУ іноземних фірм, на які підприємства України отримали право використання згідно з контрактами (ліцензіями), у разі постачання продукцію в Україну;

- ТУ, згідно з якими постачають продукцію для державних потреб.

Реєструють технічні умови:

- за умови їх відповідності вимогам технічних регламентів та інших нормативних правових актів;

- після проведення робіт з прийняття дослідного зразка (дослідної партії) приймальною або дегустаційною комісією, художньою радою;

- за відсутності чинних національних стандартів на продукцію чи послугу;

- після проведення державного приймального випробування засіб вимірювальної техніки відповідно до вимог ДСТУ 3400.

- після одержання дозволу на застосування виробу в медичній практиці (для медичних виробів) згідно з ДСТУ 3627.

Не підлягають реєструванню ТУ на: дослідні зразки (дослідні партії); сувеніри та вироби народних художніх промислів (крім виробів з коштовних металів); технологічні промислові відходи сировини, речовини, матеріалів, напівфабрикатів; складники виробу, напівфабрикати, речовини та матеріали, не призначені для самостійного постачання або виготовлені на безпосереднє замовлення одного підприємства (суб'єкта господарювання; продукцію одиночного виробництва.

Перед реєстрацією нормативні документи перевіряють в УкрНДНЦ або ДП, які виконують їх реєстрування. Тривалість перевіряння нормативних документів не повинна перевищувати 20 днів з дня їх знаходження. Національні стандарти, кодекси усталеної практики (настанови, зводи правил, правила), державні класифікатори, зміни до них, які приймає Держспоживстандарт України, перевіряє УкрНДНЦ під час експортування згідно ДСТУ 1.11–2004

«Національна стандартизація. Правила проведення експертизи проектів національних нормативних документів».

Національні стандарти, прийняті Держбудом України, УкрНДНЦ перед реєстрацією не перевіряє.

Технічні умови та зміни до ТУ перевіряють державні підприємства (ДП), що їх реєструють. Роботи виконують згідно з договорами (контрактами) з підприємством-розробником чи підприємством власником ТУ та за ДСТУ 4054.

Національні стандарти, кодекси ustalеної практики (настанови, зводи правил, правила), державні класифікатори, зміни до них прийняті Держспоживстандартом України, подають на реєстрацію у двох примірниках (оригінал та дублікат) із супровідним листом з долучанням наказу про прийняття та документації.

Національні стандарти, прийняті Держбудом України, зміни до них, подають на реєстрування у двох примірниках із супровідним листом з дорученням наказу (копії) про прийняття.

Стандарт, зміну до стандарту, подають у двох примірниках: два дублікати або оригінал і дублікат, разом з такими документами:

- копією документа про прийняття;
- копіями документів про погодження, зокрема органами державного нагляду, якщо це погодження встановлено чинними технічними регламентами та законодавством (якщо нема погоджувальних підписів у НД, завірених печаткою органу чи установи);
- інформаційною картою (ІК) стандарту чи зміни до стандарту.

Технічні умови, зміну до ТУ подають на реєстрування із супровідним листом підприємства-розробника продукції чи підприємства-власника ТУ у трьох примірниках (оригінал і два дублікати), не пізніше 6 міс. Після прийняття ТУ разом з такими документами:

- копіями документів про погодження, в тому числі органами державного нагляду, якщо це погодження встановлено чинними технічними регламентами та законодавством (якщо нема погоджувальних підписів у ТУ, завірених печаткою органу чи установи);
- каталожною картою продукції у двох примірниках;
- копією контракту (ліцензії) на застосування для ТУ іноземних фірм.

За результатами перевіряння в разі

- *позитивних результатів* – НД візує особа, яка його перевірила, із зазначенням посади, прізвище та дати;
- *негативних результатів* – подають висновок з переліком обґрунтованих недоліків і зауваг.

У разі негативного висновку НД не реєструють і весь комплект надісланих документів, а також копію висновку за результатами перевіряння поданих документів, повертають органів (організації), який їх подав.

Національні стандарти, в тому числі ТУ реєструють протягом трьох робочих днів з дня їх надходження. Після реєстрації ТУ, зміни до ТУ оригінал повертають підприємству, яке подало документ на реєстрацію. Один дублікат

зберігають у ДП, яке зареєструвало ТУ; другий дублікат ДП подає до фонду технічних умов, зареєстрованих в Україні.

Державний нагляд за додержанням стандартів

Державний нагляд за додержанням стандартів, норм і правил, за станом засобів вимірювань, а також інших вимог, пов'язаних з якістю продукції, здійснює Держспоживстандарт України, його територіальні органи — центри стандартизації, метрології та сертифікації, а також інші спеціально уповноважені на це органи відповідно до чинного законодавства в усіх галузях народного господарства на всій території України. Види нагляду за впровадженням та додержанням стандартів надано на (рис. 1.3).

Основним завданням державного нагляду за додержанням стандартів, норм і правил є захист прав споживачів, інтересів держави та підприємств, сприяння запобіганню порушень законів України та положень нормативних документів, які містять обов'язкові умови до об'єктів стандартизації, передусім до безпеки, якості продукції, охорони праці та навколишнього природного середовища. Відповідно до цього завдання державний нагляд здійснюється шляхом контролю за додержанням підприємствами і організаціями незалежно від форм власності стандартів, вимог і правил нормативних документів під час розроблення та виробництва продукції, а також сировини, матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів.

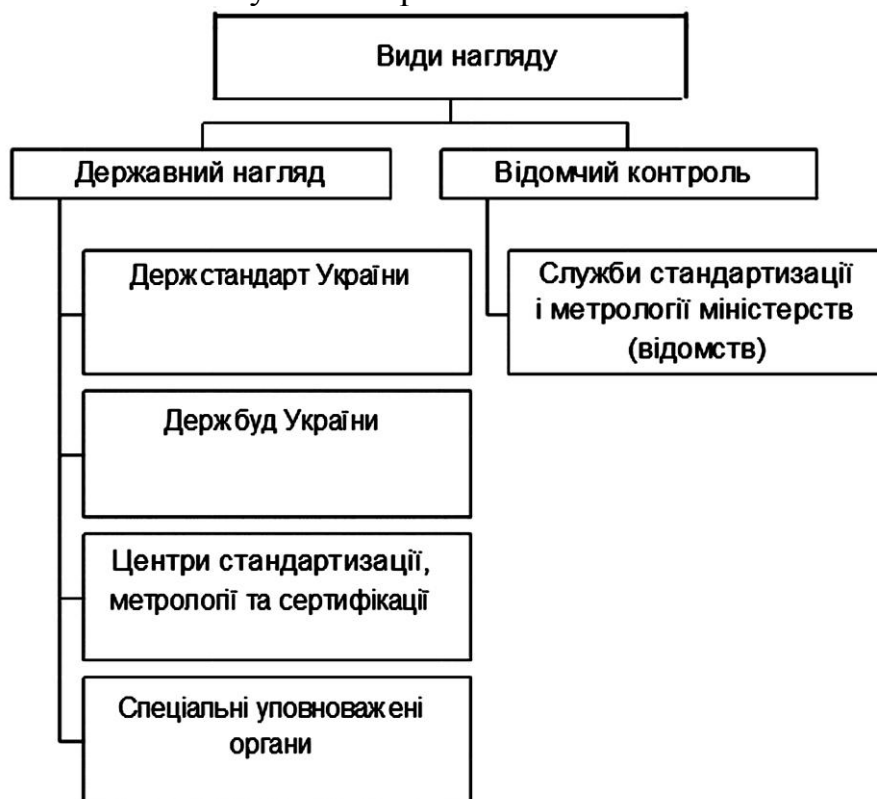


Рисунок 1.3 – Нагляд за впровадженням та додержанням стандартів

Крім державного нагляду, існує відомчий контроль за впровадженням та додержанням стандартів, норм і правил на підприємствах певного міністерства (відомства). Діяльність відомчого контролю обмежується рамками закріпленої

галузі народного господарства. Завдання відомчого контролю аналогічні завданням державного нагляду.

Об'єктами нагляду є:

- 1) продукція виробничо-технічного призначення, товари народного споживання, продукти харчування тощо;
- 2) імпортована продукція – на відповідність чинним в Україні стандартам, нормам безпеки для життя, здоров'я та майна людей і навколишнього середовища;
- 3) експортована продукція – на відповідність стандартам, нормам і окремим вимогам, які обумовлені договором і контрактом;
- 4) атестовані виробництва – на відповідність установленим вимогам з сертифікації продукції;
- 5) проектна, конструкторська, технологічна та інша документація.

Державний нагляд і відомчий контроль за додержанням стандартів здійснюється з метою припинення та попередження порушень стандартів, технічних вимог, іншої нормативної документації, випуску продукції з порушенням вимог стандартів, підвищення державної дисципліни і законності в галузі стандартизації. Суб'єкти підприємницької діяльності за порушення обов'язкових вимог стандартів, норм і правил несуть відповідальність згідно з чинним законодавством України.

Основною формою державного нагляду та відомчого контролю є вибірка або суцільна перевірка (рис. 1.4, рис.1.5). Продукція для перевірки може бути відібрана у сфері виробництва чи у сфері обігу, тобто на різних стадіях життєвого циклу. В основу перевірок покладено контроль відповідності продукції, що перевіряється, усім параметрам, нормам, характеристикам, вимогам, які встановлені у нормативній документації. Для оцінки якості об'єкта використовують види та методи контролю, передбачені стандартами, технічними умовами, іншими нормативними документами.



Рисунок 1.4 – Основні форми нагляду



Рисунок 1.5 – Форми державного нагляду

При усіх видах перевірок особливу увагу приділяють метрологічному забезпеченню. Якщо під час перевірки виявлено, що випуск продукції відповідає усім вимогам стандарту і технологія виробництва, що використовується, забезпечує її стабільну якість, то вважається, що стандарту дотримуються.

Перевірки здійснюють головні державні інспектори з нагляду за стандартами і засобами вимірювань, їх заступники, державні інспектори. За потребою до перевірок можуть залучатися спеціалісти сторонніх організацій.

За результатами перевірки складається акт, який є юридичним документом. Основні вимоги до акту – достовірність, обґрунтованість встановлених фактів порушень стандартів і причин їх виникнення, стислість викладання. Відповідальність за повноту, достовірність і об'єктивність викладених у акті результатів перевірки несе керівник з перевірки. Акт перевірки може бути підставою для прийняття правових санкцій.

На основі акта перевірки головний державний інспектор (його заступник) й державні інспектори приймають заходи і видають розпорядження (приписи) щодо:

- припинення виробництва продукції;
- заборони випуску і реалізації продукції чи надання послуг;
- заборони використання продукції (послуг);
- ліквідування порушення стандартів, метрологічних правил і причин їх виникнення;
- введення на підприємстві особливого режиму приймання готової продукції за умов систематичного порушення стандартів під час її випуску;
- вилучення з використання засобів вимірювання, які не пройшли державних випробувань, метрологічну атестацію, неповідомлені чи несправні;
- застосування економічних санкцій згідно з чинним законодавством.

Використовуються й інші правові санкції відповідно до існуючого порядку.

За результатами перевірки керівництво підприємства забезпечує розробку плану організаційно-технічних заходів щодо усунення порушень стандартів та причин, які їх викликали. Контроль за виконанням заходів щодо усунення порушень стандартів, норм і правил та виданих приписів здійснюється під час повторної перевірки.

На сучасному етапі нагальною стає проблема підвищення якості планування робіт із стандартизації. Адже ефективність та якість планування, пов'язані з низкою невирішених питань, серед яких слід виділити такі, як:

- *низька динамічність стандартизації*, що пов'язана, передусім, з процесом швидкого старіння Національного фонду стандартів внаслідок як недостатніх темпів освоєння міжнародних, регіональних (у першу чергу, європейських) і національних стандартів інших країн, так і практично через відсутність своєчасного перегляду чинних національних стандартів;

- *недостатня ефективність планів національної стандартизації*. Плани розроблюють на один рік, тоді як потрібна ще й система трьох та п'ятирічного програмного планування. Під час планування робіт із стандартизації не в повній мірі використовуються прогнози розвитку науки і техніки, недостатньо враховуються потреби у стандартах як на внутрішньому ринку, так і на експортну продукцію. Довгострокове програмно-цільове планування робіт із стандартизації є ускладненим не в останню чергу внаслідок непрогнозованого та неритмічного фінансування робіт із стандартизації;

- *досить низька продуктивність та якість роботи ТК*. На жаль, лише третина ТК працює з більшою чи меншою ефективністю, а інші (і то не всі) виконують роботи лише за наявності бюджетного фінансування. Структура ТК та методи їхньої діяльності потребують удосконалення;

- *недостатній рівень взаєморозуміння та взаємодії між різними центральними органами влади*, що призводить до паралелізму, суперечливості у діях, акцентуванні на галузевих пріоритетах;

- *слабкий потенціал служб стандартизації на підприємствах*;

- *обмеженість і нестабільність фінансування*, складність залучення суб'єктів господарювання, в першу чергу малого та середнього бізнесу, до фінансування розроблення національних стандартів та участі у створенні стандартів.

Головна ж проблема всієї національної стандартизації та планування, як одного з основних її складників, — відсутність розвиненого технічного законодавства у сфері стандартизації. Законодавчі акти, які стосуються стандартизації, характеризує, зазвичай, суперечливість їхніх вимог. Це не тільки ускладнює роботу, а призводить до її дублювання і розпорошення ресурсів. Розв'язання цих нагальних проблем та реалізація пріоритетів потребує покращання координації роботи суб'єктів стандартизації задля узгодженості політики у сфері стандартизації та ефективності використання бюджетних коштів, зокрема, через розроблення адекватних сучасним потребам економіки планів стандартизації.

Отже, планування діяльності в галузі стандартизації потребує, передусім, реалізації заходів щодо завершення вступу України до СОТ та реалізації пріоритетних положень Програми інтеграції України до ЄС. З метою дотримання цих принципів в Україні складено план, що передбачає першочергове впровадження директив ЄС, зокрема директив «нового підходу», та розроблення технічних регламентів.

Показовим в цьому плані є започаткування здійснення перспективних планів — цільових державних програм. Це дає нашій країні шанс на входження

до Європейського Співтовариства саме на рівні стандартизації та технічного регулювання. І цей шанс ми маємо використати.

Стандартизація – це встановлення та запровадження стандартів (тобто нормативно-технічних документів, що встановлюють єдині обов'язкові вимоги щодо типів, розмірів, якості, норм та інших особливостей продукції та послуг), з метою упорядкування діяльності в певній галузі, економного використання ресурсів, дотримання техніки безпеки, підвищення якості продукції (процесів, робіт, послуг).

Стандартизація акумулює найновіші досягнення науки і техніки, органічно з'єднує фундаментальні та прикладні галузі науки, сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень в практику, допомагає визначити найбільш економічні та перспективні напрямки розвитку науково-технічного прогресу і народного господарства країни. Вона поєднує науку, техніку і виробництво, сприяє забезпеченню єдиної технічної політики в різних галузях промисловості, технічному переозброєнню виробництва, широкому впровадженню сучасної техніки і технологій, інтенсифікації виробництва, механізації і автоматизації виробничих процесів, підвищенню якості товарів. Усе це сприяє розвитку економіки країни.

Стандартизація є незамінним і практично єдиним засобом забезпечення сумісності, взаємозамінності, уніфікації, типізації, надійності техніки та інформаційних мереж, норм безпеки та екологічних вимог, єдності характеристик і властивостей, якості продукції. Розвиток стандартизації нерозривно пов'язаний з удосконаленням управління якістю виробництва, зокрема, з впровадженням систем керування якістю, систем екологічного керування та інтегрованих систем.

Сьогодні організаційно-методичну основу розробки стандартів як міжнародних, так і національних, створює Міжнародна організація з стандартизації (ISO, 1947 р.). ISO – це 160 країн-учасниць, близько 3000 структурних підрозділів – 190 технічних комітетів; 650 підкомітетів; 2188 робочих груп; це – понад 15000 опублікованих стандартів.

Крім ISO, стандартизація впроваджується багатьма міжнародними і регіональними організаціями: Європейським комітетом з стандартизації (CEN), Міжнародною організацією з стандартизації тестування (ISTO), Міжнародною електротехнічною комісією (IEC), Міжнародною організацією законодавчої метрології (OIML), Міжнародною спілкою електрозв'язку (ITU) та ін.

Стандарти розрізняють національні, міжнародні, регіональні та міждержавні.

Міжнародні стандарти не є юридично обов'язковими документами для використання. Кожна країна має право застосовувати їх цілком, окремими розділами, або зовсім не застосовувати. Ці стандарти носять рекомендований характер. Однак вони встановлюють вимоги і показники, які відповідають світовому технічному рівню і впливають на національні стандарти, а через них на ту чи іншу продукцію на міжнародному ринку. Міжнародні стандарти акумулюють новітні досягнення науки і техніки провідних країн світу, відображають інтереси більшості країн і тому беруться за основу при розробці національних та регіональних стандартів. Стандартизація, яка на міжнародному

рівні не тільки сприяє швидкому впровадженню наукових досягнень у практику, але і допомагає визначити найбільш економічні та перспективні напрямки розвитку науково-технічного прогресу – це інструмент управління науково-технічним і економічним розвитком країни.

ТЕСТИ

1. Основна мета державної системи стандартизації в Україні:

- а) здійснення єдиної технічної політики; захист інтересів вітчизняних виробників та споживачів продукції (процесів, робіт, послуг); раціональне використання всіх видів ресурсів; відповідність продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню якості та надійності; гармонізація національних НД із світовими аналогами; відповідність вимог НД законодавчим актам;
- б) здійснення єдиної технічної політики; розробка єдиних державних стандартів України; гармонізація національних нормативних документів із світовими аналогами;
- с) раціональне використання всіх видів ресурсів; відповідність продукції (процесів, робіт, послуг) світовому рівню якості та надійності.

2. Визначте зміст категорії «комплексна стандартизація»:

- а) – це стандартизація, за якої здійснюється встановлення та використання системи взаємопов'язаних вимог як до самого об'єкта комплексної стандартизації в цілому (послуги чи виробу), так і до його основних елементів.
- б) – це стандартизація, за якої здійснюється цілеспрямоване і планомірне встановлення та використання системи взаємопов'язаних вимог як до самого об'єкта комплексної стандартизації в цілому, так і до його основних елементів, з метою оптимального вирішення конкретної проблеми.
- с) – це стандартизація, за якої здійснюється цілеспрямоване і планомірне встановлення основних нормативних документів системи якості продукції які спрямовані на підтвердження відповідності технічним умовам і міжнародних стандартам якості.

3. Найважливіші структурні елементи державної системи стандартизації:

- а) органи та служби стандартизації, комплекс нормативних документів, система контролю за впровадженням і виконанням НД;
- б) державний комітет стандартизації, технічні відомчі комітети, галузеві комітети;
- с) Держстандарт України, Кабінет Міністрів, технічні відомчі комітети.

4. Розділи плану державної стандартизації:

- а) розробка нових та перегляд чинних стандартів і технічних умов; державний нагляд і відомчий контроль за впровадженням, додержанням стандартів;
- б) розробка нових та перегляд чинних стандартів України, стандартів підприємств, технічних умов, міжнародних стандартів;

с) розробка нових та перегляд чинних стандартів, міжнародних стандартів, їх впровадження та реалізація, дотримання міжнародних стандартів.

5. Основні правила розробки національних нормативних документів:

- а) підготовка проекту стандарту до розгляду його Кабінетом Міністрів України, узгодження його з галузевими комітетами, затвердження стандарту керівництвом, впровадження стандарту у галузі;
- б) організація розроблення стандарту, розроблення в першій редакції проекту стандарту, розроблення в остаточній редакції проекту стандарту, затвердження та державна реєстрація стандарту, видання стандарту;
- с) підготовка проекту стандарту до розгляду його Кабінетом Міністрів України, узгодження його з галузевими комітетами, затвердження стандарту керівництвом, видання стандарту та впровадження стандарту у галузі промисловості.

6. Види нагляду за впровадженням та додержанням стандартів:

- а) відомчий нагляд, нагляд технічного комітету, державний нагляд, інспекційний контроль;
- б) державний нагляд і відомчий контроль;
- с) відомчий нагляд, інспекційний контроль, контроль з боку Кабінету міністрів України.

7. Кодекс ustalеної практики:

- а) нормативний документ, що містить рекомендації щодо практик чи процедур проектування, виготовлення, монтажу, технічного обслуговування або експлуатації обладнання, конструкцій чи виробів;
- б) нормативний документ, що містить процедури щодо розробки, впровадження або відміни нормативних документів який використовують дуже рідко;
- с) нормативний документ, що містить порядок застосування, припинення, або впровадження стандартів.

8. Основні принципи, які сприяють досягненню цілей в області підвищення якості згідно ISO:

- а) орієнтація на споживача, лідерство, залучення персоналу;
- б) орієнтація на споживача, лідерство, залучення персоналу, процесний підхід, системний підхід до керування, постійне поліпшення, прийняття рішень на основі фактів, взаємовигідні стосунки з постачальником;
- с) орієнтація на споживача, лідерство, залучення персоналу, використання міжнародних стандартів, особисте керування підприємством на всіх рівнях, взаємовигідні стосунки з замовниками, постійне підвищення кваліфікації працівників, виплата премій робітникам за активну участь в роботі.

9. Основні моделі розвитку міжнародної стандартизації:

- а) азіатська, африканська, європейська;
- б) північноамериканська, японська, європейська;
- с) американська, європейська, азіатська

10. *Методичні принципи стандартизації на Україні:*

- а) плановості, перспективності, оптимальності, динамічності, системності, обов'язковості;
- б) плановості, перспективності, прибутковості, конкурентоспроможності, ефективності, обов'язковості;
- с) плановості, перспективності, прибутковості, конкурентоспроможності, ефективності, приросту продукції, підвищення якості.

Тема 2 МЕТРОЛОГІЯ

2.1. Історія метрології – науки про вимірювання

Метрологія як наука охоплює круг проблем, пов'язаних з вимірюваннями. У перекладі із старогрецького $\mu\epsilon\tau\rho\omicron\nu$ – міра, а $\lambda\omicron\gamma\omicron\varsigma$ – слово, вчення або наука. Таким чином метрологія – наука про вимірювання.

Потреба у вимірах виникла у вікопомні часи. Для цього в першу чергу використовувалися підручні засоби. Древні міри довжини представлені на рис.2.1.

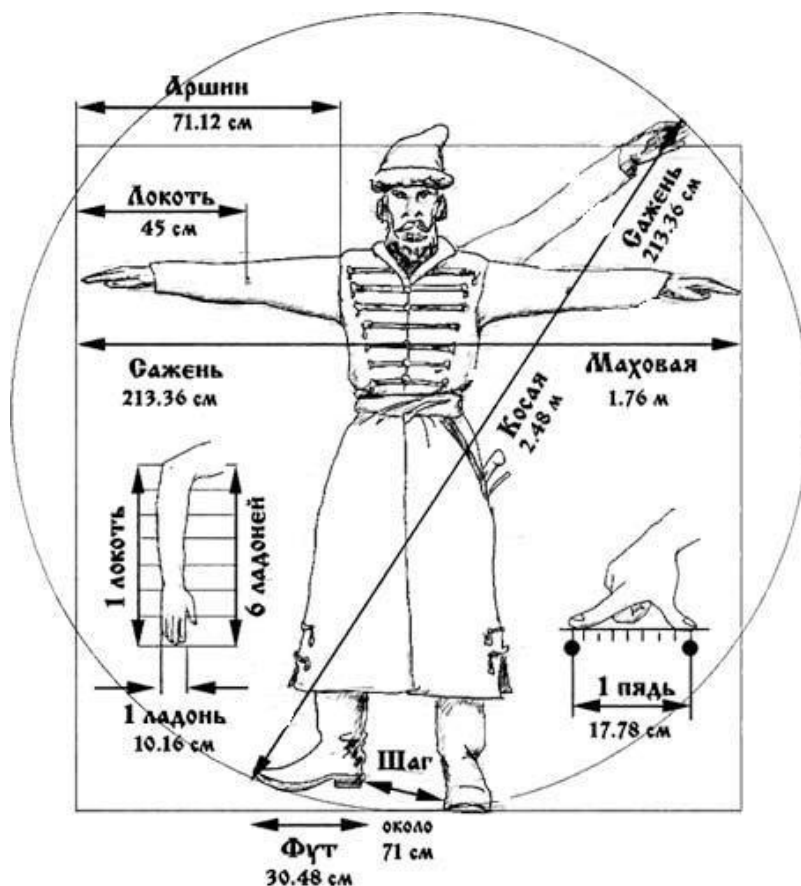


Рисунок 2.1 – Міри довжини

З глибини століть дійшли до нас одиниця ваги коштовних каменів – карат, що в перекладі з мов древнього півдня-сходу означає «сім'я боба», «горошина», одиниця аптекарської ваги – гран, що в перекладі з латинського, французького, англійського, іспанського означає «зерно». Багато мір мали антропометричне походження або були пов'язані з конкретною діяльністю людини. Так, в Київській Русі застосовувалися в міру вершок – «верх перста» – довжина фаланги вказівного пальця; п'ядь – від «п'ять», «п'ятірня» – відстань між кінцями витягнутих великого і вказівного пальців; лікоть – відстань від ліктя до кінця середнього пальця; сажень – від «сягать», «досягати», тобто можна дістати; косий сажень – межа того, що можна дістати: відстань від підшви лівої ноги до кінця середнього пальця витягнутою вверх правої руки; верста – від «верти», «повертаючи» плуг назад, довжина борозни. Древнє

походження мають «природні» засоби вимірювання. Першими з них, що набули повсюдного поширення, це міри часу. На основі астрономічних спостережень древні вавілоняни встановили рік, місяць, годину. Згодом 1/86400 частина середнього періоду обертання Землі довкола своєї осі отримала назву секунди. У Вавілоні в II сторіччя до н.е. час вимірювався в мінах. Міна дорівнювала проміжку часу (рівному, приблизно, двом астрономічним годинам), за якому з прийнятого у Вавілоні водяного годинника витікала «міна» води, маса якої складала близько 500 грам. Потім міна скоротилася і перетворилася на звичну для нас хвилину. З часом водяний годинник поступився місцем пісочним, а потім складнішим маятниковим механізмам.

Першим науковим метрологічним закладом у Росії була закладена Д.І. Менделєєвим Головна палата мір і ваги у Петербурзі її головним завданням було збереження одноманітності, вірності і взаємовідповідності державних мір. Згодом на базі Головної палати мір та ваги був створений Науково-дослідний інститут метрології імені Д.І. Менделєєва (1927 р.). У лабораторіях Інституту розробляються і зберігаються державні еталони основних одиниць вимірювання, нові методи точних вимірювань, сучасні засоби вимірювання та ін.

Верховна Рада України Постановою від 12 вересня 1991 р. № 1545-12 «Про порядок тимчасової дії на території України окремих актів законодавства СРСР» продовжила чинність постанов Ради Міністрів колишніх СРСР та УРСР з питань організації робіт щодо стандартизації та метрології. Центри стандартизації і метрології в Україні забезпечують державний метрологічний нагляд, експертизу, контроль за дотриманням метрологічних норм і правил та єдність вимірювання і одноманітність засобів вимірювання в нашій державі. Враховуючи міжнародний характер стандартизації, метрології та сертифікації і необхідність взаємозамінності продукції, вузлів та елементів, а також усвідомлюючи важливість економічного та науково-технічного співробітництва всіх держав, 13 березня 1992 р. держави СНД підписали угоду про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології та сертифікації. Відповідно до цієї угоди на території України вважаються чинними стандарти колишнього СРСР. Угода, укладена державами СНД, передбачає:

- використання і розвиток основних положень чинних систем стандартизації і метрології;
- визнання чинних стандартів ГОСТ як міжнародних;
- збереження аббревіатури ГОСТу за повними міжнародними стандартами;
- визнання існуючих державних еталонів одиниць фізичних величин як міжнародних;
- проведення робіт з питань сертифікації на підставі загальних організаційно-методичних положень;
- створення міждержавної ради з проблем стандартизації, метрології та сертифікації.

Спочатку одиниці фізичних величин обиралися довільно, без певного зв'язку одна з одною, що спричиняло великі труднощі. Значну кількість

довільних одиниць однієї і тієї самої величини ускладнювало порівняння результатів вимірювань, здійснених різними спостерігачами. У кожній країні, а іноді навіть у кожному місті створювалися свої одиниці. Переведення одних одиниць в інші було дуже складним і призводило до істотного зниження точності результатів вимірювань.

Окрім зазначеного розмаїття одиниць, яке можна назвати «територіальним», існувало розмаїття одиниць, застосовуваних у різних галузях науки, техніки, промисловості тощо.

Наявність низки систем одиниць вимірювання фізичних величин і велика кількість позасистемних одиниць, незручності, які виникають на практиці у зв'язку з перерахунками під час переходу від однієї системи до іншої, викликали необхідність створення єдиної універсальної системи одиниць, яка б охоплювала всі галузі науки і техніки і була б прийнята в міжнародному масштабі.

Когерентна, або погоджена Міжнародна система одиниць фізичних величин (SI) прийнята в 1960 р. XI Генеральною конференцією по мірах і вагах. По цій системі передбачено сім основних одиниць (метр, кілограм, секунда, ампер, кельвін, кандела і моль) і дві додаткові (для плоского кута – радіан і для тілесного кута – стерadian). Всі останні фізичні величини можуть бути отримані як похідні основних. Основні і додаткові одиниці системи SI приведені в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Основні і додаткові одиниці системи SI

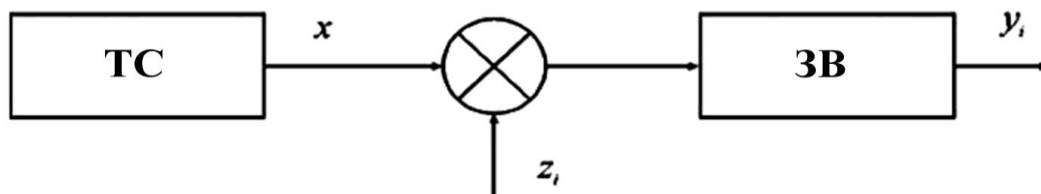
Величина		Одиниця		
Найменування	Розмірність	Найменування	Позначення	
			Міжнародне	Українське
Основні				
Довжина	L	метр	m	м
Маса	M	кілограм	kg	кг
Час	T	секунда	s	с
Сила електричного струму	I	ампер	A	А
Термодинамічна температура	θ	кельвін	K	К
Кількість речовини	N	моль	mol	моль
Сила світла	J	кандела	cd	кд
Додаткові				
Плаский кут		радіан	rad	рад
Тілесний кут		стерадіан	sr	ср

Одним з головних завдань метрології є забезпечення єдності вимірів. Рішення цієї задачі неможливе без створення еталонної бази вимірів. Спроби рішення задачі забезпечення єдності вимірів привели до ідеї створення метричної системи у Франції а потім і до підписання метричної конвенції низки

держав. Саме з тих років до метрологічної практики увійшло слово «еталон». Слово «еталон» – французького походження (etalon) у буквальному розумінні означає зразок, міряло, ідеальний або узаконений зразок чого-небудь. Неодмінним елементом будь-якої із загальнодержавних перевірочних схем, що діють зараз, є державний еталон одиниці даної фізичної величини, що забезпечує централізоване відтворення і зберігання одиниці для передачі її розміру всім останнім засобам вимірів відповідно до затвердженої перевірочної схеми. До них відносяться: еталони-копії; еталони-свідки; еталони порівняння; робочі еталони.

2.2 Основи техніки вимірювальних систем

Найпростіша модель техніки вимірювальних систем наведена на (рис.2.2).



ТС – технічна система, ЗВ – засіб вимірювання, x – вихідний сигнал,
 z_i – перешкоди, y_i – вихідний сигнал

Рисунок 2.2 – Загальна модель вимірювання

Модель вимірювання може бути описана функцією вихідних сигналів – y_i від вхідних сигналів – x , та зовнішніх і внутрішніх перешкод – z_i . При однакових багаторазових вимірюваннях результати вимірювань не співпадають тобто $y_1 \neq y_2 \neq y_3 \neq y_4 \dots \neq y_{(i)}$. Де $y_{(i)}$ істинне значення параметру входного сигналу тобто ідеальне значення ТС.

Тому що ідеальне значення – поняття звісно ідеальне то знайти його неможливо! А використовують у практиці дійсне значення (максимально близьке до ідеального), воно визначається більш точними ЗВ.

Звідки можна визначити основні постулати метрології:

1 – Істинне значення вимірювальної величини існує і воно постійне.

2 – Істинне значення вимірювальної величини визначити неможливо, отже результат вимірювання пов'язаний з вимірювальною величиною вірогідної залежності.

На (рис.2.3) наведені основні види вимірювань, на (рис.2.43) – похибки вимірювань.



Рисунок 2.2 – Види вимірювань



Рисунок 2.3 – Класифікація похибок вимірювань

2.3 Основні засоби вимірювань

Вимірювання є одним із шляхів пізнання природи людиною, що поєднує теорію з практичною діяльністю людини. Вони є основою наукових знань, служать для обліку матеріальних ресурсів, забезпечення потрібної якості продукції, взаємозамінності деталей і вузлів, вдосконалення технології, автоматизації виробництва, стандартизації, охорони здоров'я і забезпечення безпеки праці і для багатьох інших галузей людської діяльності. Вимірювання

кількісно характеризують оточуючий матеріальний світ, розкриваючи діючі в природі закономірності. Про це дуже образно сказав основоположник вітчизняної метрології Дмитро Іванович Менделєєв: «Наука починається... з тих пір, як починають вимірювати». Відомим є аналогічне висловлювання й основоположника англійської метрології Томсона: «Кожна річ відома лише тією мірою, якою її можна виміряти». З цим перегукується і думка відомого російського вченого Б. Я. Якобі, сформульована понад 100 років назад: «Мистецтво вимірювання є потужною зброєю, створеною людським розумом для проникнення в закони природи і підкорення її сил нашому пануванню».

Під вимірювальною технікою в широкому значенні цих слів розуміють як усі технічні засоби, за допомогою яких виконують вимірювання, так і техніку проведення вимірювань. У всьому світі щоденно здійснюються сотні, тисячі мільярдів вимірювань. В інтересах кожної країни, у взаєминах між країнами необхідно, щоб результати вимірювань однакових величин, отримані в різних місцях і за допомогою різних вимірювальних засобів, були б відтворювані на рівні потрібної точності.

У першу чергу, для цього необхідна одноманітність одиниць фізичних величин і мір, що здійснюють речовинне їх відтворення. Забезпечення високого ступеня одноманітності засобів вимірювання є однією з умов забезпечення відтворюваності результатів вимірювань.

Питаннями теорії та практики забезпечення однаковості вимірювань займається метрологія. Метрологія служить теоретичною основою вимірювальної техніки. І чим більше розвивається вимірювальна техніка, тим більшого значення набуває метрологія, яка створює і вдосконалює теоретичні основи вимірювань, узагальнює практичний досвід у галузі вимірювань і спрямовує розвиток вимірювальної техніки.

Для того щоб дізнатися результат обробки деталі, визначити, який при цьому отримано розмір і чи відповідає він вимогам креслення, необхідно виміряти цю деталь (рис. 2.4).

Вимірювання – це знаходження значення фізичної величини дослідним шляхом за допомогою спеціальних технічних засобів. Вимірюванням ще називають пізнавальний процес, у якому спеціальним засобом є величина об'єкта вимірювання.



Рисунок 2.4 – Вимірювання деталі штангенциркулем після обробки

Вимірювати почали здавна, і з кожним роком значення вимірювань підвищувалося. Людство далеко пішло в техніці вимірювання. Користуючись сучасними методами, вчені точно вимірюють властивості речей і явищ. Ці вимірювання є одним із засобів опанування природою, підкорення її нашим потребам.

Старі засоби вимірювань (палиця, тінь, мотузка, камінь – рис. 2.5) замінилися новими.



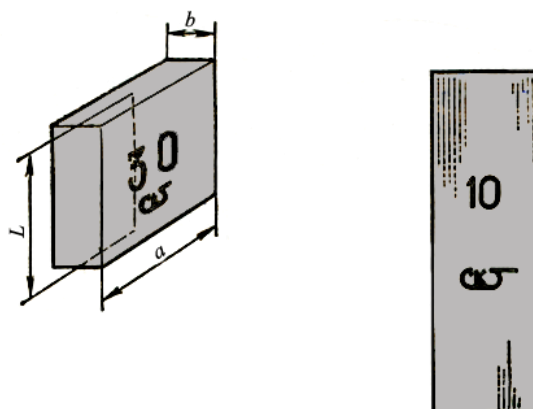
Рисунок 2.5 – Старі засоби вимірювань

Засіб, за допомогою якого виконують вимірювання, так і називають – засіб вимірювання, він має нормовані метрологічні властивості. Значення величини, яке виявили вимірюванням, називають *результатом* вимірювання.

Засоби вимірювання — це пристрої, здатні у процесі вимірювання виявити числове значення величини вимірюваного розміру. Засоби вимірювання здавна прийнято поділяти на три основні види: міри, вимірювальні інструменти й вимірювальні пристрої.

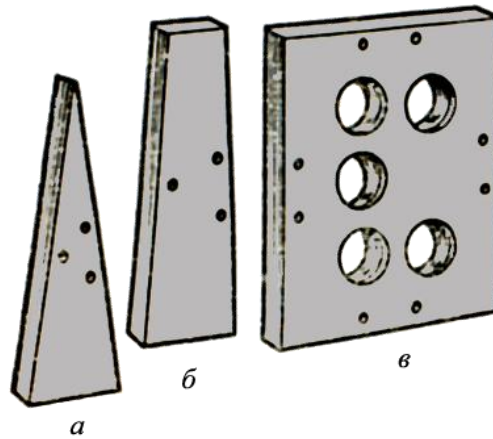
Міри – це засоби вимірювання, речовинно відтворюючі фізичну величину заданого розміру. Міри поділяють на однозначні і багатозначні. Однозначна міра відтворює величину одного розміру.

Наприклад, плоскопаралельна міра довжини 10 мм (рис. 2.6) відтворює один лінійний розмір між її площинами, що дорівнює 10 мм; кутова міра – кутова плитка 15° (рис. 2.7) відтворює один кутовий розмір між площинами, який становить 15° .



a – довжина основи; b – ширина основи

Рисунок 2.6 – Кінцева міра довжини. Номінальна довжина КМД:



a – з гострою вершиною; *б* – зі зрізаною вершиною; *в* – чотирикутна плитка

Рисунок 2.7 – Кутові міри-плитки

Багатозначна міра відтворює ряд однойменних величин різного розміру. Наприклад, лінійка зразкова відтворює своїми поділками багато лінійних розмірів на своїй шкалі. Кутовий лімб відтворює багато кутових розмірів на своїй шкалі.

Отже, міра відтворює величини, значення яких пов'язані з прийнятою одиницею цієї величини певним відомим співвідношенням. Міра – це основа вимірювань.

Вимірювальні інструменти й вимірювальні пристрої

Вимірювальні інструменти й вимірювальні пристрої – це засоби вимірювання, здатні виробляти показання – числову вимірювальну інформацію – у формі, доступній для безпосереднього сприйняття спостерігачем. Ці показання виробляються у прийнятих одиницях вимірювання.

Засоби вимірювань – це технічні засоби, що використовуються при вимірюваннях і які мають нормовані метрологічні характеристики. Залежно від конструктивного виконання засоби вимірювань розрізняють:

Міри фізичних величин – засоби вимірювання розраховані на відтворення фізичної величини заданого розміру (міра довжини – метр, міра маси – гиря);

Вимірювальні прилади – засоби вимірювання, призначені для отримання значень фізичної величини у встановленому діапазоні;

Вимірювальні перетворювачі – засоби вимірювань, призначені для перетворення вимірювальної величини в іншу або сигнал вимірювальної інформації, для обробки, зберігання чи подальших використань;

Вимірювальні установки – сукупність функційно об'єднаних мір, вимірювальних перетворювачів і приладів для вимірювання однієї або декількох фізичних величин, які розміщені в одному місці (випробувальний стенд);

Вимірювальні прилади – універсальні, спеціалізовані, механічні, оптичні, оптико-механічні, пневматичні, електричні.

Вимірювальні прилади для визначення:

- лінійних величин – лінійка вимірювальна, мікрометр, штангенциркуль, курвіметр, мікроскоп;

- кутових величин – кутомір, мікроскоп;
- маси – ваги технічні та лабораторні;
- сили – розривні машини та динамометри;
- тиску – манометри;
- часу – секундоміри, годинники;
- вологості повітря – гігрометри, гігрографи, психометри;
- швидкості переміщення повітря – анемометри;
- електричних величин – амперметри, вольтметри.

Первинні засоби вимірювань

Лінійка вимірювальна металева. Лінійка вимірювальна являє собою гнучку сталю смугу з нанесеною на ній прямою шкалою з ціною поділки 1 мм. Лінійки виготовляють зі шкалами від 0 до 150 мм, від 0 до 300 мм, від 0 до 500 мм і від 0 до 1000 мм. Початком шкали лінійки є площина торця смуги; торець розташований перпендикулярно поздовжньому ребру смуги. З торцем збігається середина нульового штриха шкали. Кінець штрихів шкали виходить на поздовжнє ребро. Кожний 5-й і 10-й штрих шкали подовжений, кожний 10-й – із цифрою, яка показує відстань у сантиметрах від цього штриха до початку шкали. Другий кінець смуги закруглений і має отвір для підвішування лінійки.

Металева лінійка дозволяє безпосередньо здобути значення вимірюваної величини. На рис. 2.8 показано прийоми визначення міжосьової відстані отворів. Якщо отвори однакового діаметра (рис. 4.8, *а*), то можна виміряти лінійкою відстань **mn**, яка дорівнює міжосьовій відстані.

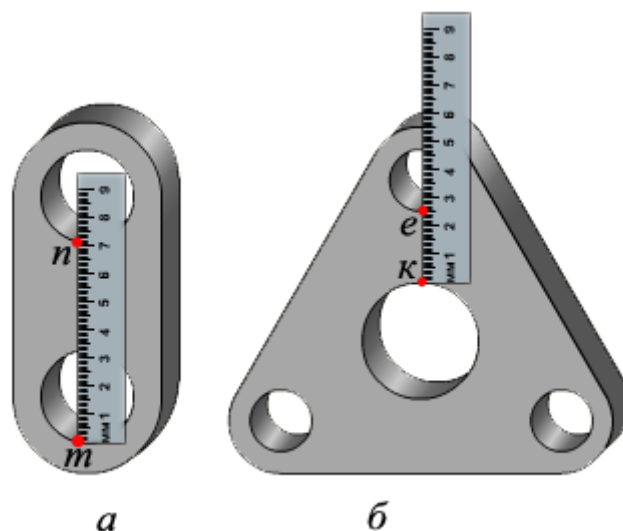


Рис. 2.8 – Прийоми вимірювань металевою лінійкою

У разі різних діаметрів отворів (рис. 2.8, *б*) лінійкою вимірюється відстань **ek** між найближчими точками отворів і до неї додається сума розмірів радіусів великого й малого отворів.

Кронциркуль. Кронциркуль служить для вимірювання розмірів зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей (рис. 2.9, 2.10).

Криволінійна форма ніжок із загнутими всередину кінцями дозволяє зручно вимірювати діаметри поверхонь обертання (рис. 2.9, б).

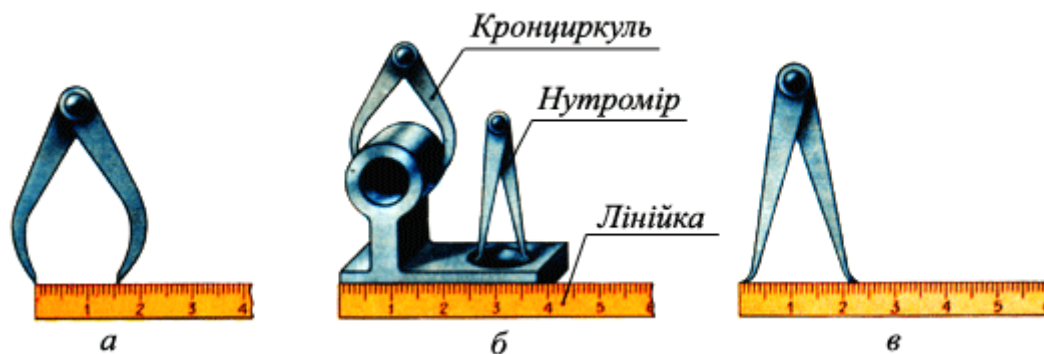


Рисунок 2.9 – Прийоми вимірювань кронциркулем і нутроміром

Нутромір. Нутромір застосовують переважно для вимірювання розмірів внутрішніх поверхонь. Ніжки нутроміра прямі з відігнутими зовні кінцями (рис. 2.9, б, в).

При користуванні кронциркулем і нутроміром у жодному разі не виконувати вимірювання із зусиллям: інструмент має проходити вимірювані місця вільно під дією власної ваги. На рис. 4.8, б показано вимірювання кронциркулем діаметра циліндричної частини деталі, а нутроміром — діаметра отвору в основі цієї деталі. Лінійкою визначають розміри основи деталі. Значення виміряних кронциркулем і нутроміром величин визначають шляхом перенесення їх на лінійку (рис. 4.9, а, в).

Вимірювання деталей кронциркулем, нутроміром і лінійкою не дають великої точності. Точність вимірювання цими інструментами при певному досвіді сягає 0,5 мм (рис. 2.10).



Рисунок 2.10 – Читання показань при вимірюванні кронциркулем

На (рис. 2.10-1) показано вимірювання зовнішніх розмірів кронциркулем.



Рисунок 2.10-1 – Вимірювання зовнішніх розмірів кронциркулем

На (рис. 2.10-2) показано вимірювання внутрішніх розмірів кронциркулем.



Рисунок 2.10-2 – Вимірювання внутрішніх розмірів кронциркулем

Багато деталей мають криволінійні обриси. У таких випадках форму і розміри контуру цих деталей можна визначити вимірюванням координат його точок за допомогою **рейсмуса**. Під час вимірювання координат точок рейсмус і вимірювану деталь установлюють на гладкій рівній поверхні (розмічальній плиті). Пересуваючи стрижень рейсмуса по лінійці вгору або донизу і приводячи його гострий кінець у зіткнення з якоюсь точкою кривої, можна визначити координати цієї точки.

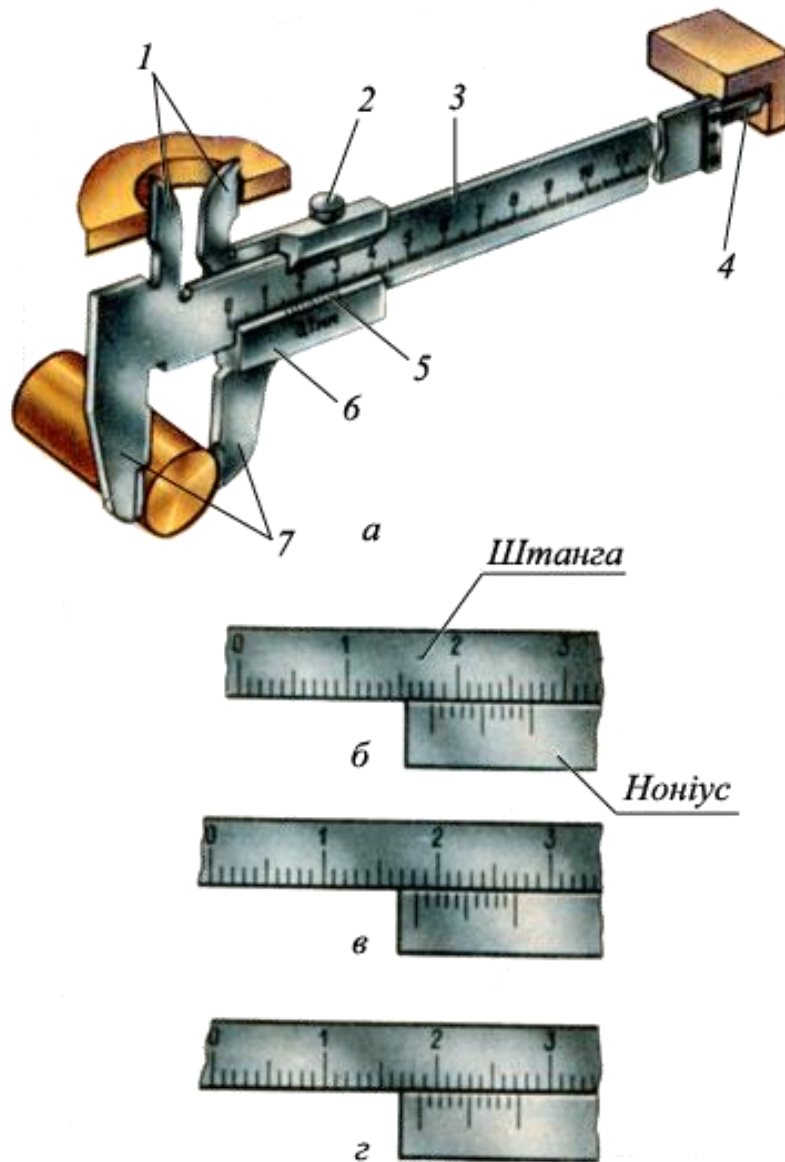
Узявши за початок координат нульову поділку лінійки-рейсмуса, можна за її шкалою знайти координати B_1 , B_2 , B_3 , а за шкалою стрижня – координати A_1 , A_2 , A_3 . Точніше координати точок можуть бути визначені за допомогою **штангенрейсмуса**, який обладнаний ноніусом (рис. 2.11).



Рисунок 2.11. – Штангенрейсмус

Штангенциркуль ШЦ-1 (рис. 2.12, а). Штангенциркулем називають засіб для вимірювання лінійних розмірів, заснований на штанзі 3, на якій нанесено шкалу з ціною поділки 1 мм. Штангою 3 пересувається рамка 6 із допоміжною шкалою-ноніусом 5. Штангенциркуль обладнаний губками для

зовнішніх вимірювань 7 і для внутрішніх вимірювань 1, а також затиском 2. До рамки 6 прикріплено лінійку глибиноміра 4.



а — вимірювання елементів деталей штангенциркулем ШЦ-1; *б* — розмір вимірювальної величини 18 мм; *в* — розмір вимірювальної величини 18,2 мм; *г* — розмір вимірювальної величини 18,4 мм; 1 — губки для внутрішніх вимірювань; 2 — затиск; 3 — штанга; 4 — лінійка глибиноміра; 5 — шкала-ноніус; 6 — рамка; 7 — губки для зовнішніх вимірювань

Рисунок 2.12 – Штангенциркуль ШЦ-1

Ноніус 5 (рис. 2.12, *б*) служить допоміжною шкалою, яка дозволяє відлічувати частки поділки шкали штанги. Він наноситься на скошеній поверхні рамки або від подільної пластинки, закріпленої у вікні рамки.

Ноніус має десять рівних поділок 9 мм, тобто кожна поділка ноніуса менше поділки штанги на 0,1 мм. При зіткнутих губках нульові поділки штанги і ноніуса збігаються.

При вимірюванні зовнішнього діаметра циліндричної деталі (рис. 2.12) вона дещо затискається губками 7, рамка з ноніусом закріплюється на шкалі гвинтом 2, а за шкалами штанги і ноніуса виконується обчислення.

При діаметрі деталі, що дорівнює 18 мм, нульова поділка ноніуса точно збігається з вісімнадцятою поділкою штанги (рис. 2.12, б). Якщо діаметр деталі дорівнює 18,2 мм, то нульову поділку ноніуса буде зсунуто вправо від вісімнадцятої поділки штанги на 0,2 мм, а отже, друга поділка ноніуса збігається із двадцятьою поділкою штанги (рис. 2.12, в). При величині діаметра деталі 18,4 мм четверта поділка збігається з двадцять другою поділкою штанги (рис. 2.12, г).

Таким чином, щоб установити розмір вимірюваної величини, необхідно визначити за лінійкою штанги ціле число міліметрів, а за ноніусом число десятих часток міліметрів. Десятих часток міліметрів буде стільки, скільки можна відрахувати поділок ноніуса від його нульового штриха до його найближчого штриха, що збігається з яким-небудь штрихом штанги (рис. 2.13).

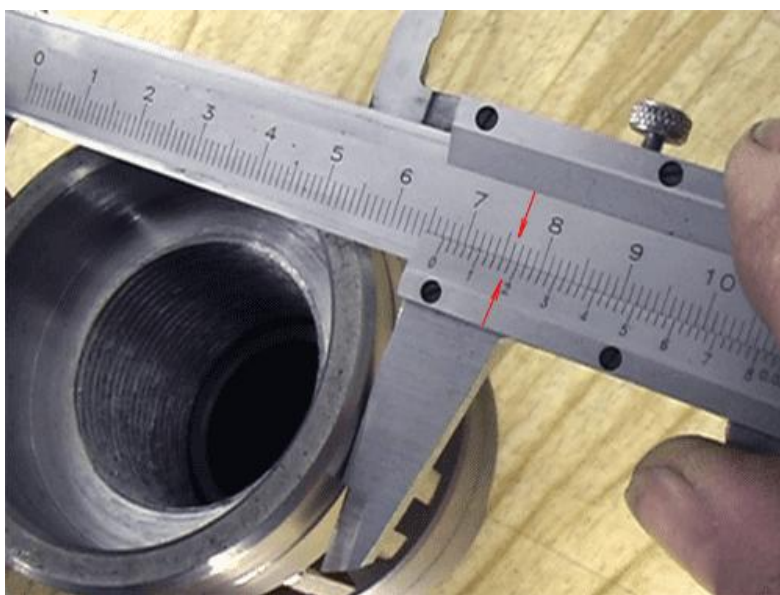


Рисунок 2.13 – Розмір, отриманий при вимірюванні штангенциркулем, дорівнює 67,18 мм

Вимірювання діаметра отвору виконується за допомогою вимірювальних губок 1 (рис. 2.12, 4.14).



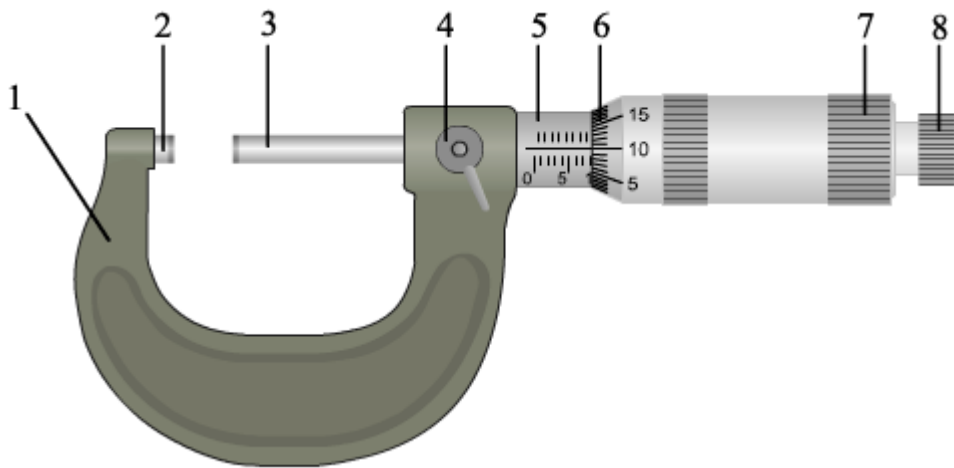
Рисунок 2.14 – Вимірювання отвору деталі

У пазу зі зворотного боку штанги 3 розташована вузька лінійка глибиноміра 4, жорстко з'єднана з рамкою 6. При зімкнутому положенні губок торець глибиноміра збігається з торцем штанги. При вимірюванні глибини отвору або уступу в деталі торець штанги упирається в торець деталі, а глибиномір за допомогою рамки пересувається до упора в дно отвору або границю уступу. Розмір виміряної глибини визначається за поділками штанги і ноніуса (рис. 2.15).



Рисунок 2.15 – Вимірювання розміру глибини деталі

Мікрометр гладкий (рис. 2.16). Основою мікрометра є скоба 1, а передавальним (перетворювальним) пристроєм служить гвинтова пара, що складається з мікрометричного гвинта 3 і мікрометричної гайки, закріпленої всередині стебла 5, які часто називають мікропарою. У скобу 1 запресовані п'ятка 2 і стебло 5. Вимірювана деталь охоплюється вимірювальними поверхнями мікрогвинта 3 і п'ятки 2. Барабан 6 приєднаний до мікрогвинта 3 корпусом тріскачки 7. Для наближення мікрогвинта 3 до п'ятки 2 його обертають за барабан або за тріскачку 8 за годинниковою стрілкою (від себе), а для видалення мікрогвинта від п'ятки його обертають проти годинникової стрілки (на себе). Закріплюють мікрогвинт у потрібному положенні стопором 4.



1 — скоба; 2 — п'ятка; 3 — мікрометричний гвинт; 4 — стопор; 5 — стебло; 6 — барабан; 7 — корпус тріскачки; 8 — тріскачка
Рисунок 2.16 – Мікрометр гладкий

При щільному зіткненні вимірювальних поверхонь мікрометра з поверхнею вимірюваної деталі тріскачка прокручується з легким тріском, при цьому обмежується вимірювальне зусилля мікрометра. Результат вимірювання розміру мікрометром відраховується як сума відліків за шкалою стебла 5 і барабана 6. Слід пам'ятати, що ціна поділки шкали стебла становить 0,5 мм, а шкали барабана — 0,01 мм. Крок різі мікропарі (мікрогвинт і мікрогайка)

$$P = 0,5 \text{ мм.}$$

Кількість поділок барабана – 50. Якщо зрушити барабан на одну поділку його шкали, то торець мікрогвинта переміститься відносно п'ятки на 0,01 мм, оскільки $0,5 \text{ мм} : 50 = 0,01 \text{ мм}$. Показання за шкалами гладкого мікрометра відлічують у такому порядку: спочатку за шкалою стебла 5 читають значення штриха, найближчого до торця скоса барабана 6 (на рис. 4.16 – це число 15,00 мм). Далі за шкалою барабана читають значення штриха, найближчого до поздовжнього штриха стебла (на рис. 4.16 – це число 0,20 мм). Додавши обидва значення, отримують показання мікрометра (на рис. 2.17 – це 15,20 мм).

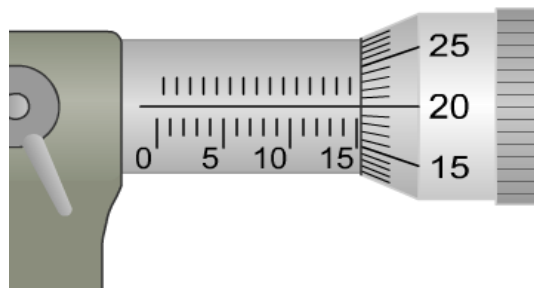


Рисунок 2.17 – Відлік показань за шкалами гладкого мікрометра

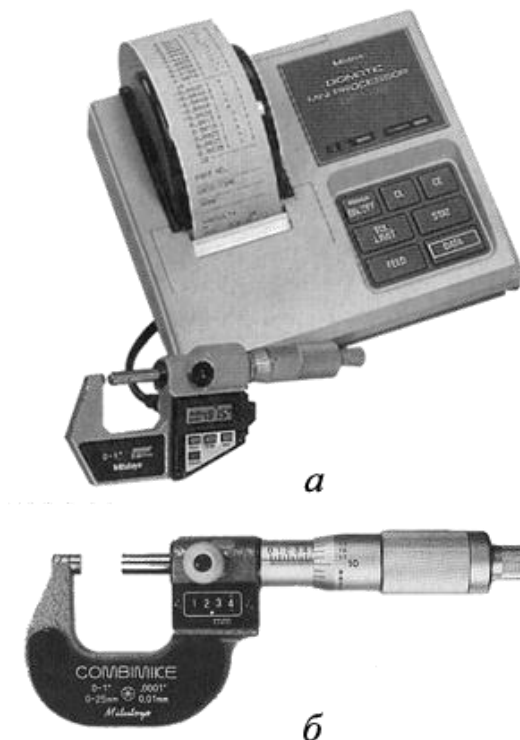
Діапазони вимірювання гладкого мікрометра: від 0...25 мм; 25...50 мм тощо до 275...300 мм, далі 300...400; 400...500 і 500...600 мм.

До мікрометрів із нижньою границею понад 25 мм додають встановлювальні міри для перевірки нульового положення. Мікрометри з верхньою границею понад 300 мм мають змінну або пересувну п'ятку для збільшення діапазону вимірювань до 50 мм (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 – Мікрометри типу МК

Для підвищення зручності і прискорення відліку показання мікрометра випускаються накладні пристрої з точністю 0,01 мм, такі як комбінований мікрометр гладкий (дюйм/метр) із цифровою індикацією й електронний мікрометр з комп'ютером і принтером (рис. 4.18).



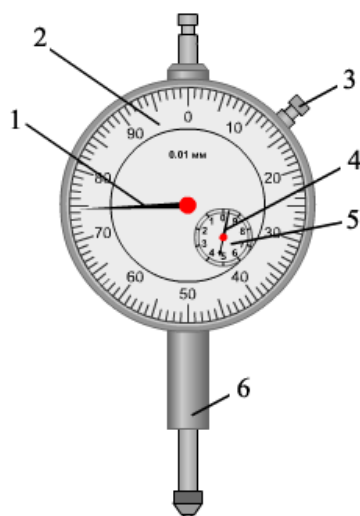
a – електронний мікрометр з принтером; *б* – комбінований мікрометр гладкий з цифровою індикацією

Рисунок 4.18 – Накладні пристрої для вимірювань із точністю 0,01 мм

Індикатор годинникового типу. Індикатор годинникового типу з ціною поділки 0,01 мм з пересуванням вимірювального стрижня паралельно шкалі призначений для відносних вимірювань зовнішніх розмірів, відхилень форми і

розташування поверхонь (рис. 2.20). Він є також показуючим пристроєм індикаторної скоби, індикаторного глибиноміра й індикаторного нутроміра. На лицьовому боці циферблата індикатора є дві стрілки і дві шкали; велика стрілка 1 над оцифрованою круговою шкалою 2 і мала стрілка 4 над відліковою шкалою 5. Кругова шкала має ціну поділки 0,01 мм, а мала шкала — 1 мм. Пересування вимірювального стрижня 6 на 1 мм викликає поворот стрілки 1 на 100 поділок (один повний оберт), а стрілки 4 на одну поділку. Шкала 2 індикатора разом із обідком при установці шкали на нульову поділку повертається відносно великої стрілки 1 і фіксується стопором 3.

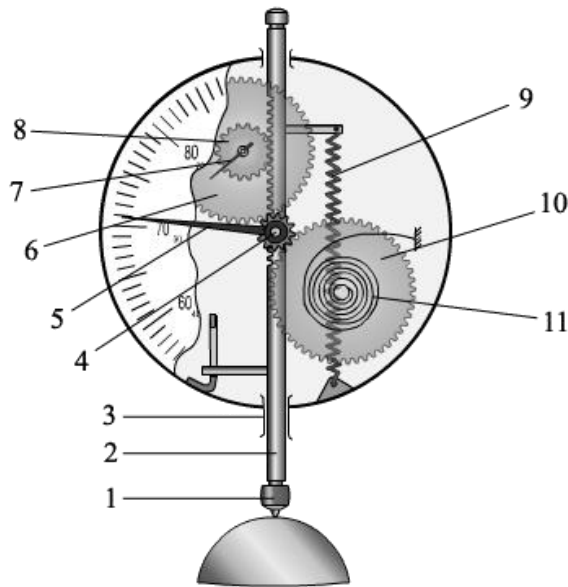
Конструкція індикатора годинникового типу являє собою вимірювальну головку з поздовжнім пересуванням наконечника (рис. 2.21). Основою індикатора є корпус, усередині якого змонтовано перетворювальний механізм — рейково-зубчаста передача. Крізь корпус проходить вимірювальний стрижень 2 із наконечником 1.



1 – велика стрілка; 2 – шкала індикатора; 3 – стопор; 4 – стрілка; 5 – відлікова шкала; 6 – вимірювальний стрижень

Рисунок 2.20 – Індикатор годинникового типу

На стрижні нарізано рейку. Рухи вимірювального стрижня-рейки 2 передаються зубчастими колесами — рейковим 8, передавальним 6 і трибкою 4 основній стрілці 5, величина повороту якої відлічується за круглою шкалою — циферблатом. Для установки на «0» круга шкала повертається обідком. Кругла шкала індикатора годинникового типу складається зі 100 поділок, ціна кожної поділки — 0,01 мм. Це означає, що при пересуванні вимірювального наконечника на 0,01 мм стрілка індикатора перейде на одну поділку шкали.



1 – наконечник; 2 – вимірювальний стрижень-рейка; 3 – гільза; 4 – трибка; 5 — стрілка; 6 – передавальне зубчасте колесо; 7 – стрілка; 8 – зубчасте рейкове колесо; 9 – пружина; 10 – зубчасте колесо; 11 – пружинний волосок

Рисунок 2.21 – Пристрій індикатора годинникового типу

Загальна структура засобів вимірювань. Конструкція переважної більшості засобів вимірювання складається з послідовно розташованих елементів і пристроїв, кожен з яких у цій послідовності виконує певне завдання під час вимірювання. Для того щоб у подальшому у процесі вивчення засобів вимірювання було легше уявити їх дію, розглянемо стисло ці пристрої та їх призначення (ГОСТ 16263–70).

Основа вимірювального засобу – це конструктивний елемент, на базі якого змонтовано всі елементи даного діючого засобу вимірювання.

Наприклад, штанга штангенциркуля (рис. 2.22), скоба мікрометра (рис. 2.23), корпус індикатора годинникового типу (рис. 2.24).

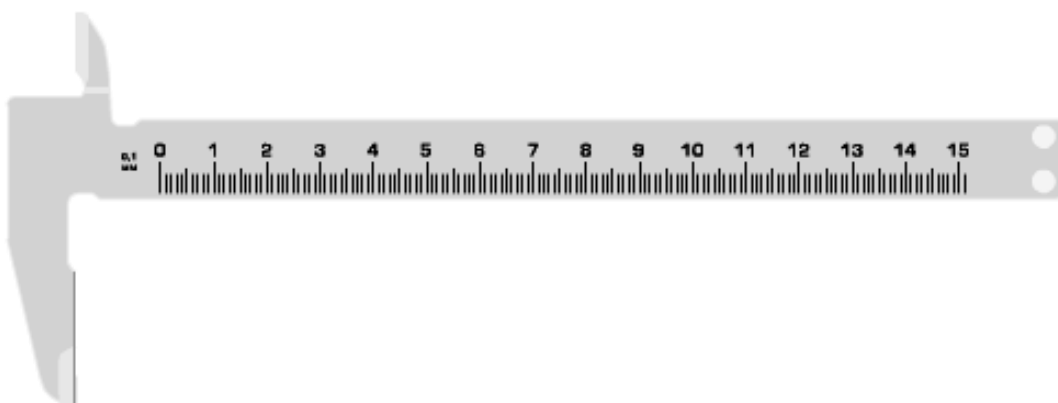


Рисунок 2.22 – Штанга штангенциркуля

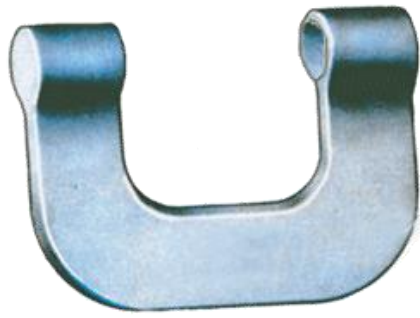


Рисунок 2.23 – Скоба мікрометра

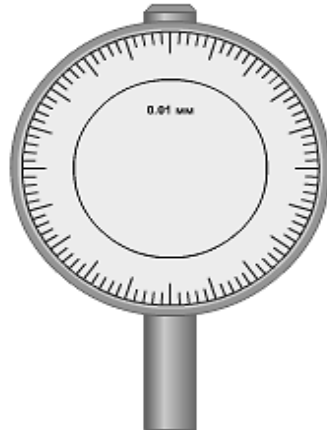


Рисунок 2.24 – Корпус індикатора годинникового типу

Сприймальний елемент – це частина засобу вимірювання, яка здійснює його зіткнення з об'єктом вимірювання і сприймає величину цього об'єкта, наприклад, вимірювальні губки штангенциркуля, вимірювальний наконечник індикатора (рис. 2.25). Частину сприймального елемента, яка безпосередньо торкається поверхні об'єкта, іноді називають чутливим елементом (рис. 2.26).



Рисунок 2.25 – Вимірювальний наконечник індикатора

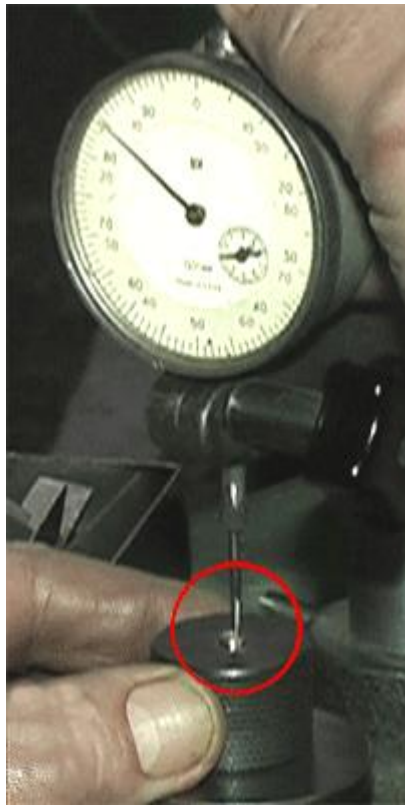


Рисунок 2.26 – Сприймальний елемент індикатора

Розмірний елемент – це одна із деталей засобу вимірювання, яка має власний точний, зазвичай багатозначний, розмір, із величиною якого у процесі вимірювання безпосередньо зіставляється сприйнята засобом вимірювання величина об'єкта вимірювання (наприклад штанга зі шкалою штангенциркуля).

Перетворювальний пристрій – це внутрішній механізм або елемент засобу вимірювання, який перетворює (видозмінює) малі пересування, сприйняті від об'єкта вимірювання, у великі пересування на відліковому пристрої так, що ці великі пересування виконувач може безпосередньо спостерігати і відлічувати (наприклад зубчаста передача в індикаторі годинникового типу, див. рис. 2.21).

Відліковий пристрій створює можливість відлічувати показання засобу вимірювання, у більшості випадків відлікові пристрої мають шкалу і покажчик, яким служить окремий штрих, група штрихів або стрілка. Упродовж останнього часу поширюються засоби вимірювання з цифровими відліковими пристроями, наприклад, ноніус штангенциркуля (рис. 4.27), кругла шкала індикатора і стрілка (рис. 4.28), цифрове табло пристрою з цифровою індикацією (рис. 4.29).

Залежно від призначення і принципу дії конкретного засобу вимірювання в його конструкції використовуються ті чи інші комплекси цих пристроїв і елементів, які складають структуру цього засобу вимірювання.

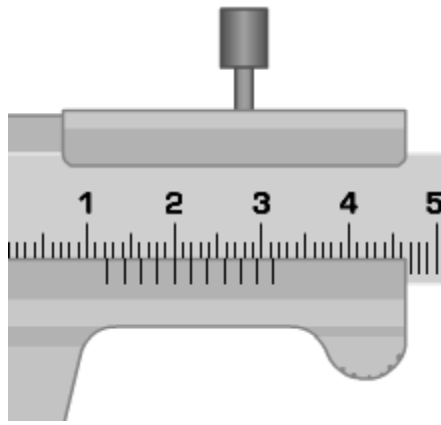


Рисунок 2.27 – Ноніус штангенциркуля

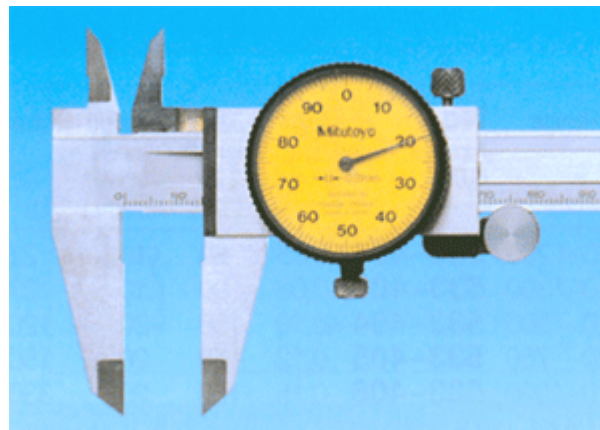


Рисунок 2.28. Шкала індикатора і стрілка



Рисунок 2.29 – Цифрове табло пристрою

Параметри і характеристики засобів вимірювання. *Шкала* – це ряд позначок (штрихів або точок) і проставлених біля них чисел, положення і значення яких відповідає ряду послідовних розмірів. *Довжина (інтервал) поділки шкали* – відстань між серединами (осями) двох сусідніх позначок шкали, найпоширеніші інтервали – 0,5 і 1 мм.

Ціна поділки шкали – це різниця значень величин, відповідних двом сусіднім позначкам шкали. Іншими словами, це величина пересування сприймального пристрою засобу вимірювання, яке викликає пересування покажчика на одну поділку шкали. Найпоширеніші ціни поділок — 0,1; 0,2; 0,5 мкм; 1; 2; 5 мкм; 0,01; 1 мм.

Приклад. Якщо наконечник індикатора годинникового типу перемістити на 0,01 мм, то стрілка зсунеться на одну поділку кругової шкали, отже, ціна поділки складає 0,01 мм (рис. 2.30).



Рисунок 2.30 – Показання індикатора під час вимірювань

2.4 Основні метрологічні показники приладів та метрологічні терміни

Прилади для лінійних і кутових вимірів характеризуються наступними метрологічними показниками: ціною ділення або дискретністю цифрового відліку, діапазоном виміру за шкалою, межею виміру приладу, вимірювальним (контактним) зусиллям і похибкою (або невизначеністю)

Для повної характеристики приладу необхідно ще знати інтервал ділення шкали, передавальне відношення, гранично допустиму похибку, повторюваність показань, гістерезис і т.і. Деякі метрологічні показники і терміни визначені стандартами. Інші застосовуються фірмами і на виробництві. У обох випадках слід знати, що вони означають.

Одним з основних конструктивних елементів приладів є відліковий пристрій з шкалою або цифровим дисплеєм. За допомогою шкали або цифрового дисплея передається інформація про вимірювану величину у формі найбільш доступній для користувача, це так звані показання прилад (засобу вимірювання).

Показання засобу вимірювання – це значення величини, визначене за відліковим пристроєм після вимірювання заданого об'єкта. Показання завжди складається з добутку числа поділок шкали і відліку і ціни поділки даної шкали.

Приклад 1. Потрібно виміряти діаметр вала штангенциркулем. Для цього охоплюємо губками для зовнішніх вимірювань вимірюваний вал і читаємо за шкалою і ноніусом показання 25,3 мм.

Приклад 2. Потрібно виміряти відхилення від паралельності поверхонь пластини індикатором. Для цього укладаємо пластину на столик, підводимо до неї наконечник, зсуваємо пластину до одного краю і ставимо стрілку на «0». Далі зсуваємо пластину до іншого краю і читаємо за шкалою нове положення стрілки. Якщо стрілка зсунулася на 10 поділок шкали, то показання індикатора – непаралельність поверхонь пластини – дорівнює 0,1 мм, оскільки ціна поділки шкали $c = 0,01$ мм. Тут «0» і «10» – відліки, а 0,10 мм – показання.

Шкала. Шкалою (рис. 2.31) називається сукупність ряду відміток (штрихів) і проставлених в деяких з них чисел відліку, відповідних значенням або відхиленням вимірюваної величини.

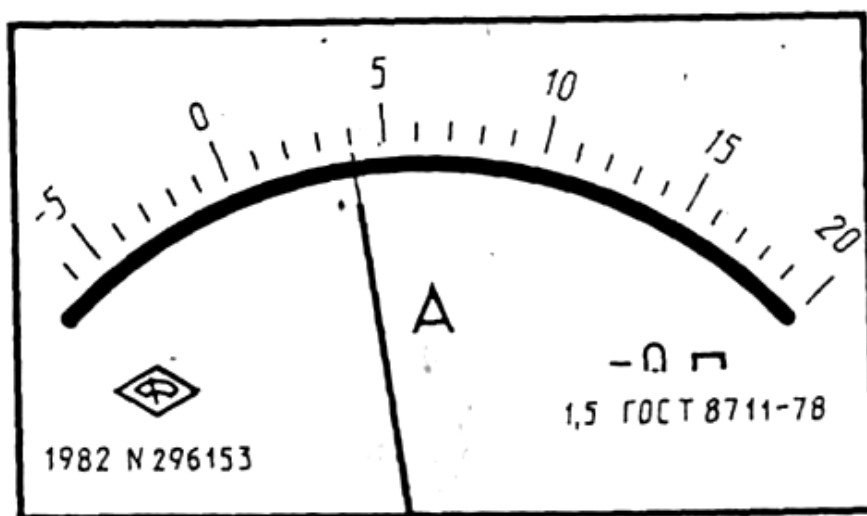


Рисунок 2.31 – Лицьова панель амперметра класу точності 1,5 з рівномірної шкалою

Відстань між серединами двох сусідніх відміток (штрихів) шкали або між двома штрихами називається інтервалом ділення (або ціною ділення). Ціна ділення виражається одиницею виміру, вказаною на шкалі. Для більшості приладів інтервал ділення шкали – постійна величина на всій довжині шкали. Такі шкали називаються рівномірними. Нерівномірні шкали в приладах для лінійних вимірів в даний час не застосовуються. Інтервал ділення шкали вибирають від 0,9 до 2,5 мм. При таких інтервалах ділень забезпечується найкращий результат окомірної оцінки частинок ділення при розташуванні стрілки покажчика приладу між штрихами шкали.

Класи точності Класи точності присвоюють при розробці засобів вимірювань за результатами приймальних випробувань. У зв'язку з тим, що в процесі експлуатації засобів вимірювань їх метрологічні характеристики зазвичай погіршуються, то допускається знижувати клас точності за результатами повірки або калібрування засобу вимірювання. Визначаючи клас точності, нормують (встановлюють) насамперед межі допустимої *основної* похибки.

У низці випадків разом з основною нормують межі *допустимої* додаткової похибки, форма представлення якої може відрізнятися від форми представлення основної похибки.

Зазвичай клас точності вказується у вигляді арабських або римських цифр, а також букв латинського алфавіту. Позначення класів точності наносять на циферблати і корпуси засобів вимірювань (рис. 1.12), приводять в нормативних і технічних документах. Згідно ГОСТ 8.401 позначення класів точності застосовується в залежності від способів завдання меж допустимих похибок. Можливі чотири варіанти позначення класу точності.

1) Якщо межі основної похибки виражені в абсолютній формі, то клас точності засобу вимірювання позначають заголовними буквами латинського алфавіту (наприклад: А, В, С) або римськими цифрами (І, ІІ, ІІІ і т. д.) . Відповідність букв значенням абсолютної похибки розкривається в технічній документації на даний засіб вимірювання. Звичайно чим далі буква від початку алфавіту, тим більше значення абсолютної похибки (наприклад, прилад класу В більш точний, ніж класу С).

2) Якщо межі основної похибки виражені у зведеній формі, то клас точності засобів вимірювань позначається арабською цифрою (можливі додаткові умовні знаки), що вказує межу допустимої похибки.

3) Якщо межі основної похибки виражені у відносній формі, то клас точності засобів вимірювань позначається арабською цифрою обведеною колом, що вказує межу допустимої похибки.

4) Якщо межі основної похибки виражені у відносній формі, то клас точності засобів вимірювань позначається двома цифрами, відповідними значеннями і т.і.

Позначення класів точності наноситься на циферблати, щитки, корпуси засобів вимірювань та позначаються у нормативно-технічних документах. Класи точності можуть позначатися буквами, або римськими цифрами (М, С і т.і. або І, ІІ, ІІІ). Позначення класів точності згідно ГОСТ 8.401-80 може супроводжуватися додатковими умовними позначеннями:

0,5; 1,6; 2,5 і т.і. – для приладів, приведена похибка $\gamma = \Delta/X_N$ яких складає 0,5%; 1,6%; 2,5% від нормативних значень (X_N – межі допустимої абсолютної похибки) при цьому X_N приймається більшому з модулів меж вимірювань, якщо показання знаходяться на краю або поза діапазоном вимірювань;

$\sqrt[0.5]{}$ – те ж як і у попередньому випадку, але коли X_N дорівнює довжині шкали або її частини;

$\textcircled{0,1}$, $\textcircled{0,4}$, $\textcircled{1,0}$ і т.і. – для приладів з відносною похибкою $\delta = \Delta/x$ і складає: 0,1%; 0,4%; 1,0% безпосередньо від отриманого значення вимірюваної величини x ;

0,02/0,01 – для приладів у яких вимірювальна величина не може відрізнятися від значення x більше ніж на $\left[C + d(|X_N/x| - 1) \right] \%$

де: **C i d** – чисельник і знаменник відповідно у позначенні класу точності;

X_N – більша за модулем з меж вимірювань прилада.

Ціна ділення. Значення вимірюваної величини, відповідне одному діленню шкали, називається ціною ділення (с). Ціна ділення, як правило, не має бути менше погрішності показань приладу. Ціна ділення шкали приладу має бути кратною цифрам 1, 2 або 5. Ширина штрихів шкал вибирається в межах $0,1 \div 0,2$ мм. Різниця ширини штрихів в межах однієї шкали не має бути більше 0,05 мм. Довжина коротких штрихів приймається рівною $2 \div 2,5$ інтервалу ділення, а довгих – $3 \div 3,5$ інтервалу. Ширина кінця стрілки, розташованого над штрихами шкали, не має бути більше ширини штрихів. Кінець стрілки повинен перекривати $0,3 \div 0,8$ довжин коротких штрихів шкали.

В даний час створені електронні прилади і інструменти з безпосереднім цифровим відліком результатів вимірів. В цих приладів шкала замінена багаторозрядним цифровим дисплеєм, на якому цифрами відображується результат вимірювань. У кожному розряді зазвичай цифри від 0 до 9. Найменша різниця в молодшому розряді називається дискретністю показань. Висота цифр в ручних інструментах і приладів (наприклад, штангенциркуля) складає $7,5 \div 9$ мм. У виносних електронних блоків висота цифр складає $12 \div 15$ мм і більш. Особливість цифрового відліку в порівнянні з штриховими шкалами полягає в тому, що її дискретність (найменший показник) менше похибки показань приладу. Це пояснюється десятковим характером цифрового відліку. Ця особливість цифрового відліку підвищує точність налаштування приладів при калібруванні і налаштуванні на нуль при відносних вимірах.

Діапазон показань(вимірювань) – це область значень вимірюваного розміру, які можуть бути відлічені за даною шкалою.

Діапазон вимірювань даним засобом вимірювання – це область, у якій розташовані вимірювані розміри. Діапазон вимірювань за шкалою не завжди збігається з межею вимірювань приладу.

Межею виміру приладу називається найбільша і найменша величини, які можуть бути виміряні приладом. Наприклад, мікрометр з межею виміру $50 \div 75$ мм має діапазон виміру за штриховою шкалою 25 мм. Для індикаторів, вимірювальних голівок і інших приладів, призначених для відносних вимірів на стійках із столиками, межі виміру висот визначаються висотою стійки, а діаметрів – вильотом кронштейна, в якому кріпиться індикатор. У таких випадках зазвичай вказують окремо межа виміру діаметрів і висот.

Чутливість приладу. Переміщення вимірювального стрижня механічного приладу передається стрілці через збільшувачий передавальний механізм (важіль, зубчастий). У індуктивних і інкрементних перетворювачів відсутня механічна передача. Переміщення вимірювального стрижня перетвориться в електричний сигнал. У обох випадках властивість приладу реагувати на зміни вимірюваної величини називається чутливістю приладу. Чутливість приладу дуже важлива характеристика і оцінюється найменшою зміною значення вимірюваної величини, яка здатна викликати щонайменшу помітну зміну показань приладу, і називається порогом чутливості або роздільною здатністю приладу.

Передавальне відношення приладу. Відношення лінійного або кутового переміщення стрілки (показчика) або зміна цифрового показання

приладу до зміни розміру, що викликав це переміщення, називається передавальним відношенням приладу.

Для штрихових шкал передавальне відношення визначається відношенням інтервалу ділення a до ціни ділення c $i = a/c$

Якщо стрілка приладу при точних вимірах зупиняється між штрихами шкали, то відлік виконується окомірним оцінюванням дробової частини ділення, пройденого стрілкою.

Точністю відліку називається точність, що досягається при відліку за шкалою приладу. Точність відліку залежить від якості штрихів шкали, товщини стрілки (показчика), відстані між шкалою і стрілкою, освітленості шкали і кваліфікації контролера. Найбільш сприятлива для точного відліку ширина штрихів шкали рівна 0,1 інтервалу ділення. В цифрових шкал точність відліку залежить від дискретності шкали, тобто останнього розряду показань і не має суб'єктивної помилки відліку.

Паралакс. Паралаксом називається зсув показчика, що здається, відносно штрихів шкали (рис. 2.32) при спостереженні в напрямі, не перпендикулярному плоскості шкали. Похибки відліку, що викликаються паралаксом, особливо відчутно виявляються в штангенциркулів і часто перевершують величину відліку по ноніусу. Похибка паралакса, згідно позначенням, прийнятим на (рис. 2.32), буде дорівнювати $\delta = h \cdot \operatorname{tg} \varphi$. Для зменшення похибки від паралакса відстань між відліковим індексом і шкалою має бути мінімальною, а відлік слід виконувати при спостереженні перпендикулярно площині шкали.

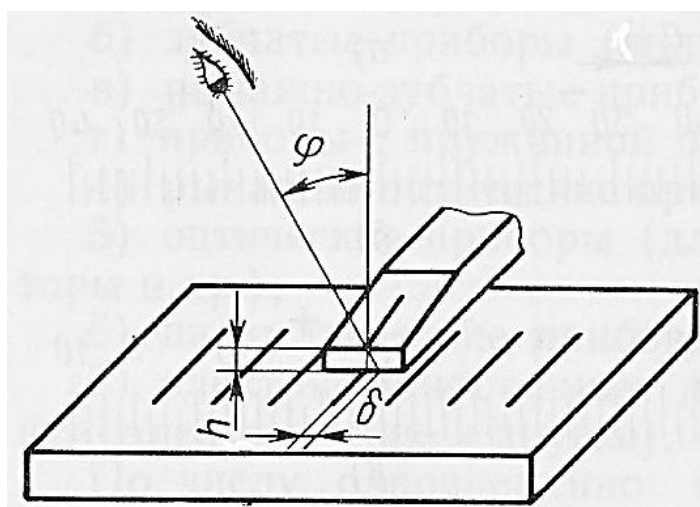


Рисунок 2.32 – Паралакс при відліку

Відтворюваність або повторюваність. При багатократному вимірі одного розміру унаслідок недосконалості механізму приладу – наявності в ньому зазорів, тертя і деформацій – повторні показання приладу можуть не збігатися. Найбільша різниця між показаннями приладу при багаторазовому вимірі однієї і тієї ж величини в одному напрямі за незмінних зовнішніх умов називається варіацією показань, відтворюваністю або повторюваністю. Відтворюваність вимірів може характеризуватися стандартним відхиленням або середньою

квадратичною похибкою порівнюваних рядів вимірів. Відтворюваність несе важливу інформацію для оцінки похибки виміру. Відтворюваність свідчить про правильність виміру лише в тому випадку, якщо прилад не має систематичної помилки або якщо систематична помилка мала і нею можна нехтувати.

Похибка показань приладу – є різниця між показанням приладу і дійсним значенням вимірюваної величини.

Вимірювальним (контактним) зусиллям називається сила, що створюється механізмом приладу і що діє на вимірювану поверхню в напрямку лінії вимірювання. Вимірювальне зусилля зазвичай створюється пружинами, деформації і зусилля яких змінюються залежно від переміщення вимірювального стрижня приладу. Різниця між найбільшим і найменшим значеннями вимірювального зусилля при зміні значень вимірюваної величини в одному напрямку називається ваганням (перепадом) вимірювального зусилля. Величина вимірювального зусилля і його перепад роблять великий вплив на результат вимірювання, оскільки викликають деформації вимірювального оснащення, контрольованої поверхні і інших елементів, що приводить до виникнення додаткової похибки. Тому завжди прагнуть до зменшення вимірювального зусилля і його перепаду, але в обмежених межах. Тому що невелике вимірювальне зусилля може привести до відриву наконечника від контрольованої поверхні, тобто до ненадійності виміру, особливо при динамічних вимірах на великих швидкостях.

Нормальне значення температури вимірювання. Для вимірювальних інструментів, приладів і деталей машин ГОСТ 9249-59 “Нормальна температура” встановлено нормальне значення температури, яке дорівнює 20°C. Саме при цій температурі дійсні всі розміри, заходи, метрологічні характеристики вимірювальних приладів, результати вимірювань і т.і.

Ступінь захисту. Всі вимірювальні засоби особливо їх перетворювачі і механізми захищають від попадання дрібних твердих часток, пилу і води. Міра захисту визначена ГОСТ 14254-96 «Степени защиты, обеспечиваемые оболочками» і міжнародним стандартом DIN EN 60 529. Ступінь захисту визначається двома цифрами: перша цифра визначає захист від попадання твердих часток і пилу, друга – від вологи.

Захист від твердих часток і пилу:

Частки більше 1,0 мм	IP4...
Незначне запилення, осад пилу	IP5...
Значне запилення, проникнення пилу	IP6...

Захист від вологи:

Розпорошена вода, дрібні бризки	IP...3
Великі бризки	IP...4
Натиск води	IP...5
Рясне обливання водою	IP...6
Тимчасове занурення у воду	IP...7

Приклад: ступінь захисту IP67 – «Проникнення пилу» та «Тимчасове занурення у воду» це означає практично повна герметичність.

Похибки від вимірювання кінцевих мір довжини. Точки Ейрі і точки Бесселя. При вимірюванні великих штрихових і кінцевих мір довжини (КМД) і перевірочних лінійок, а також при калібруванні по КМД координатно-вимірювальних машин і інших приладів слід враховувати деформації кінцевих мір під дією власної ваги.

При вимірах великих кінцевих мір довжини (більше 100 мм) важливо забезпечити паралельність їх торців, а для штрихових мір забезпечити найменшу зміну відстані між штрихами.

Для цього їх укладають на дві опори, розташовані на певній відстані від краю міри, так звані точки Ейрі (рис.2.33).

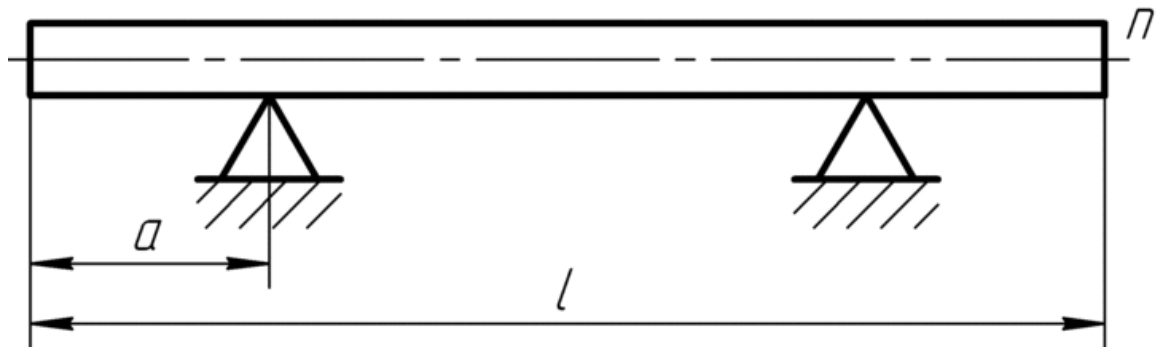


Рисунок 2.33 – Розташування точок Ейрі

Найменша зміна розміру між штрихами, нанесеними на нейтральній площині міри, спостерігається при розташуванні опор на відстані **0,2203L** від кінців міри (**L** – довжина міри).

Штрихові міри зі шкалами які розташовані на нейтральній лінії. Точки Бесселя.

При такому розташуванні міри вона менше всього прогинається під дією власної ваги і забезпечується найменше відхилення паралельності вимірювальних поверхонь великих мір (рис.2.34).

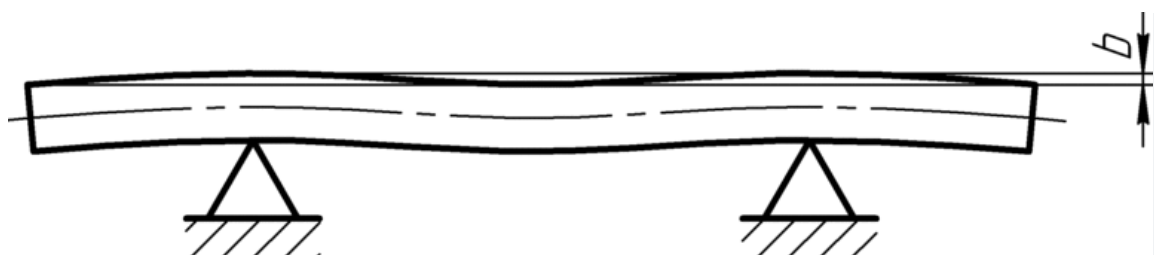


Рисунок 2.34 – Точки найменшого прогину

Щоб забезпечити найменший прогин **b** лінійки по всій довжині, а також його величина повинна бути однаковою посередині і кінцям лінійки це точки які розташовані на відстані **0,2232L**.

Для забезпечення відсутності прогину між опорними точками необхідно виконати умову і встановити опори на відстані: **0,2386L**. (рис.2.35).

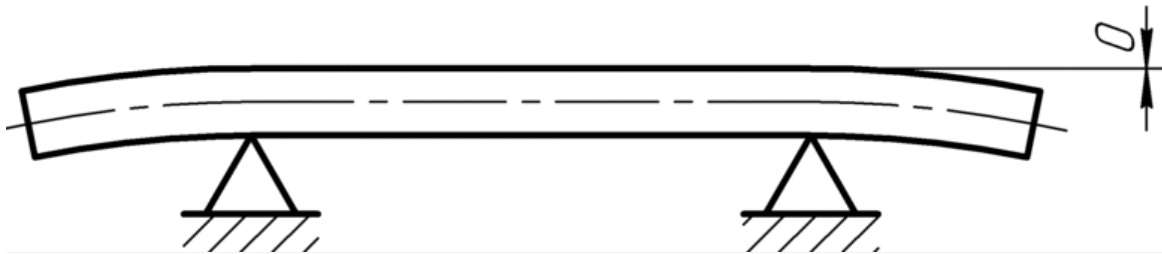


Рисунок 2.35 – Прогин відсутній

Для забезпечення паралельності торців та найменшій зміні довжини верхньої поверхні міри необхідно виконати умову і встановити опори на відстані: $0,2113L$ (рис.2.36).



Рисунок 2.36 – Паралельність торців та найменша зміна довжини верхньої поверхні

Основні метрологічні принципи. Ернест Аббе, один із засновників фірми Carl Zeiss (Німеччина) в 1893 році сформулював наступний принцип – довжина вимірюваної на деталі і вісь міри, яка використовується для порівняння, повинні лежати на одній прямій, тобто лінія виміру має бути поєднана з шкалою відліку. Істотні похибки вимірювання виникають унаслідок нераціонального розташування лінії виміру і лінії відліку за шкалою інструменту або приладу (рис. 2.37, 2.37-1). Ці похибки виникають в результаті перекосів вимірювальних органів приладу у зв'язку з наявністю зазорів в тих, що направляють і відхиленням їх від прямолінійності.

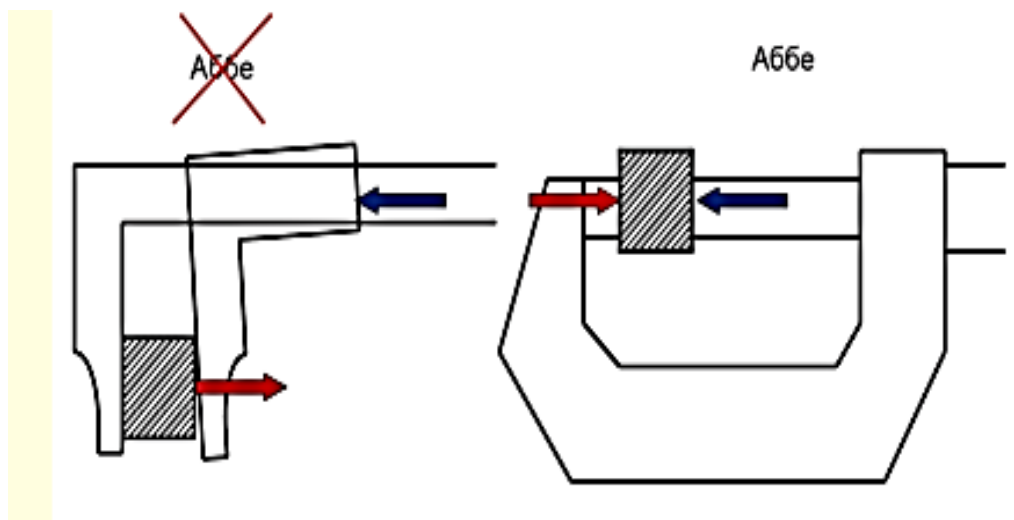


Рисунок 2.37 – Принцип Аббе

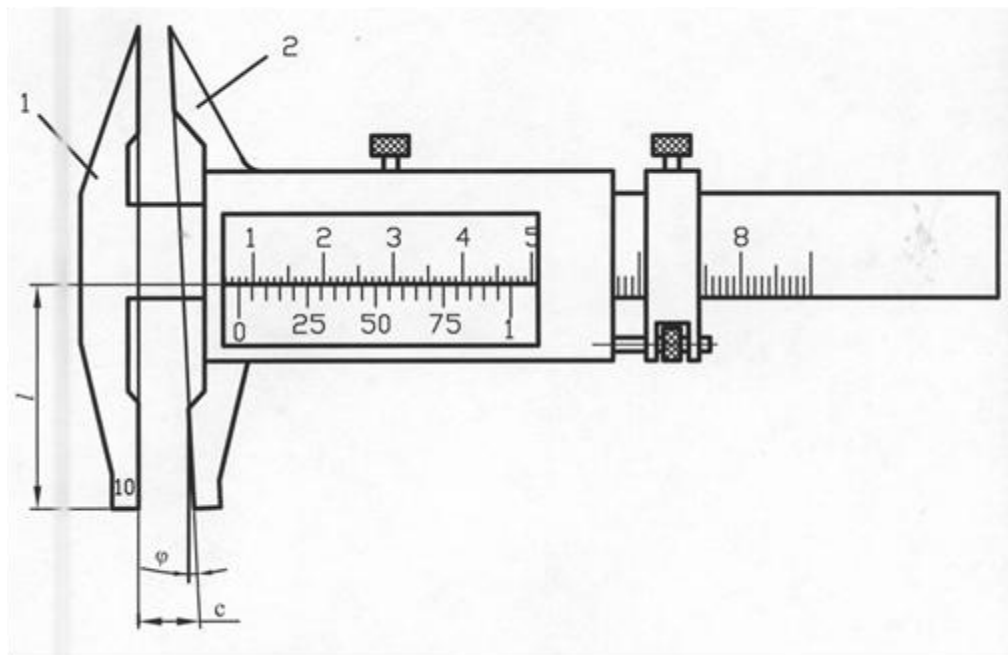


Рисунок 2.37-1 – Принцип Аббе

На (рис.2.38) показані засоби вимірювань побудовані з частковим або повним дотриманням принципу Аббе. Зверніть увагу, що похибки виникають внаслідок неспівпадання ліній вимірювання AA з лінією порівняння DD. Наприклад, такі засоби вимірювання як мікрометри та електроконтактні перетворювачі повністю дотримують принцип Аббе.

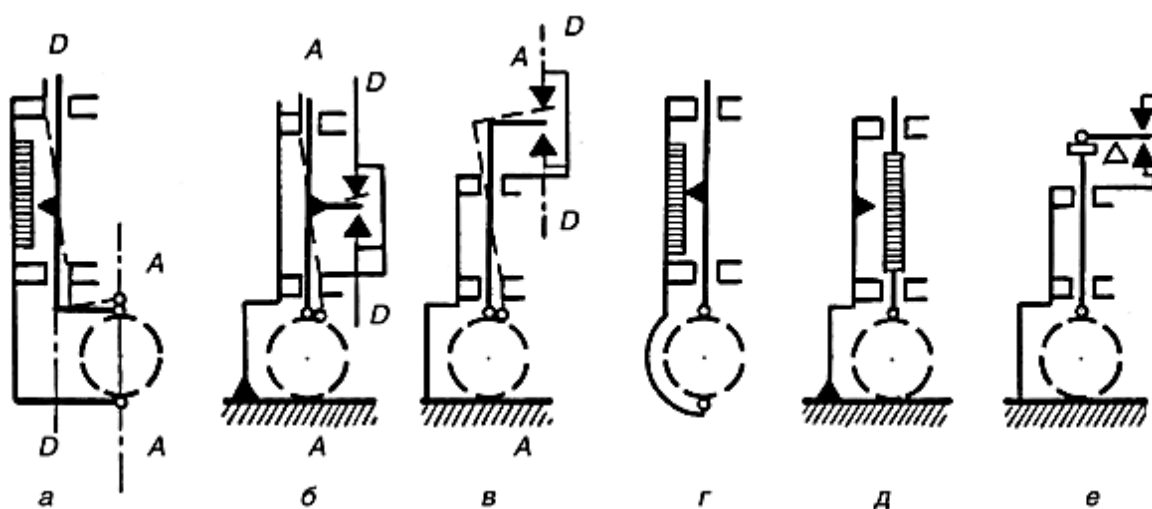


Рисунок 2.38 – Засоби вимірювання які повністю або частково дотримують принцип Аббе

До вимірювальних засобів побудованих за такими схемами відносяться:

- а) штангенциркулі;
- б,в) електроконтактні безважільні перетворювачі;
- г,д) мікрометри;
- е) електроконтактні важільні перетворювачі.

На рис.2.38е наведена типова схема у якій повністю дотримується принцип Аббе (наприклад довжиномір).

Принцип Тейлора. Згідно принципу Тейлора прохідний калібр має бути прототипом деталі, що сполучається, і контролювати розмір по всій довжині з'єднання з врахуванням погрішності форми, тобто бути по можливості повним, а непрохідний калібр, навпаки, повинен контролювати лише розмір деталі і мати по можливості малу довжину або точковий контакт з контролюваною деталлю.

Принцип Еппенштейна. Це компенсаційний метод виміру, при якому об'єкт виміру і міра можуть розташовуватися поруч один з одним. Цей принцип широко застосовується при калібруванні і перевірці КМД (кінцевих мір довжини),

“Золоте” правило промислової метрології. Це правило сформулював Г. Берндт. Згідно з цим правилом похибка виміру приладу повинна складати не більш $1/5 \div 1/10$ контролюємого допуску. Довгий час механічні прилади, і калібри не задовольняли цій вимозі. Лише з появою мікронних і більш точних приладів ця вимога була задоволена.

2.5 Метрологічна експертиза

Під метрологічною експертизою конструкторської і технологічної документації розуміють аналіз і оцінку технічних рішень з вибору параметрів, які підлягають вимірюванню, встановленню норм точності і забезпеченню методами і засобами вимірювань процесів розробки, виготовлення, випробовування, експлуатації і ремонту виробів. Експертизу проводять при розробці проектів нових технологічних процесів, установок, машин, апаратів і приладів з метою: вдосконалення метрологічного забезпечення технологічного процесу; скорочення тривалості технологічної підготовки виробництва і можливих втрат, пов'язаних із застосуванням недосконалих або недостатньо точних засобів і методів виконання вимірювань; забезпечення надійного визначення параметрів, які характеризують якість готових виробів, напівфабрикатів, матеріалів і гарантують стабільність технологічних процесів і роботи обладнання та інструменту.

В результаті проведення експертизи документації повинні бути виявлені: доцільність застосування стандартизованих і уніфікованих засобів і методів виконання вимірювань, рівень механізації і автоматизації існуючих і необхідність розробки нових засобів вимірювань, контролю і випробувань, а також методів і засобів їх метрологічної перевірки.

Експертизу документації здійснюють згідно з правилами і положеннями, регламентованими державними стандартами (ДСТУ): Єдина система технологічної підготовки виробництва (ЄСТПВ), Єдина система конструкторської документації (ЄСКД), Єдина система технологічної документації (ЄСТД), галузевими стандартами (ГСТУ), стандартами підприємств (СТП) та іншою НТД, підрозділи метрологічної служби (МС) підприємства (організації), а також конструкторські і технологічні підрозділи і

служби стандартизації під методичним керівництвом і контролем МС підприємства головних і базових організацій з метрології. Наукове і методичне керівництво роботою головних і базових організацій з експертизи документації покладені на Державну метрологічну службу України.

При наявності необхідної НТД, що встановлює вимоги до метрологічного забезпечення, проводять метрологічний контроль. Якщо така документація відсутня, то необхідна метрологічна експертиза. Метрологічний контроль або експертизу рекомендується проводити одночасно з нормоконтролем конструкторської і технологічної документації. Нормоконтроль проводить спеціальний нормоконтролер.

Метрологічна експертиза має на меті:

1. Визначення оптимальності номенклатури вимірюваних параметрів при контролі з метою забезпечення ефективності і достовірності контролю якості і взаємозамінності. Виконання цього завдання вимагає залучення таких документів: операційної карти(далі – ОК); технологічної інструкції(ТІ); карти технологічного процесу(КТП); карти типового технологічного процесу(КТТП); операційної карти типової(ОКТ); відомості операцій технічного контролю(ВОТК); операційної карти технічного контролю(ОКТК).

2. Встановлення відповідності показників точності вимірювань вимогам ефективності і достовірності контролю і взаємозамінюваності.

3. Встановлення відповідності показників точності вимірювань вимогам забезпечення оптимальних режимів технологічних процесів(необхідні ТІ, КТТП, ОКП, ВОТК, ОКТК).

4. Встановлення повноти і правильності вимог до методик виконання вимірювань(необхідні ТІ, ВОТК,ОКТК).

5. Встановлення повноти і правильності вимог до засобів вимірювання, відповідності їх технічних параметрів сучасному рівню вимірювальної техніки, вимогам державних стандартів і способів їх нормування(необхідні ТІ, ВОТК, ОКТК).

6. Наявність вимог до показників надійності засобів вимірювання та їх вимогам НТД.

7. Оцінку правильності вибору засобів вимірювання(в тому числі нестандартизованих) і методик виконання вимірювань(необхідні всі документи).

8. Встановлення пріоритетного застосування стандартизованих або наявних атестованих методик виконання вимірювань(необхідні ОК, ТІ, КТП, КТТП, ОКТ, ВОТК, ОКТК).

9. Встановлення правильності рекомендацій щодо організації і проведення вимірювань для забезпечення безпеки праці.

10. Оцінку забезпечення застосованими засобами вимірювань мінімальних трудомісткості і собівартості контрольних операцій при заданій точності(необхідні ОК, ТІ, КТП, КТТП, ОКТ, ВОТК, ОКТК).

11. Оцінку відповідності продуктивності засобів вимірювання продуктивності технологічного обладнання(необхідні ОК, ТІ, КТП, КТТП, ОКТ, ВОТК, ОКТК)

12. Виявлення можливості і пріоритетного застосування уніфікованих, автоматизованих засобів вимірювання, що забезпечують одержання заданої точності вимірювань і необхідної продуктивності(необхідні МК, ОК, ТІ, ВТД, КТП, КТТП, ОКП, ВОТК, ОКТК).

13. Визначення доцільності обробки на комп'ютері результатів вимірювання, наявності стандартних або спеціальних програм обробки і відповідності їх вимогам обробки результатів вимірювання(заокруглення, розрядність і т.і.), а також формам подання результатів вимірювання, контролю і випробувань(необхідна ТІ).

14. Встановлення правильності назв і позначень фізичних величин та їх одиниць(необхідні всі документи).

Організація і порядок проведення метрологічної експертизи. Підприємства здійснюють експертизу документації, що розробляється, а також документації, яка поступила від інших організацій. Представники організацій, від яких поступила документація, можуть бути залучені для проведення експертизи. Номенклатура виробів, документація на які підлягає експертизі, регламентується планом її проведення, затвердженим у встановленому порядку. В плані може бути враховано проведення експертизи виробів як основного, так допоміжного виробництва, і в першу чергу виробів, призначених для поставки на експорт. Експертиза документації на вироби, які заново розробляються основним виробництвом, є обов'язковою, і її передбачають в річних планах та проводять в міру її розробки.

Підрозділи, що розробляють конструкторську і технологічну документацію, дають МС пропозиції до переліку документації, що підлягає експертизі, по кожному виробу, включеному в річний план, із вказанням термінів, подання документів і проведення експертизи.

Терміни розгляду поданої документації і видачі зауважень по ній встановлює МС в залежності від значимості, складності, об'єму і т.д. різноманітних документів. МС – узагальнює пропозиції розробників і складає річний графік проведення експертизи, узгоджує його з розробниками документації і подає на затвердження керівництву підприємства.

Підрозділи – розробники документації готують і подають згідно до затвердженого плану-графіку технічну документацію МС або особам, відповідальним за проведення експертизи. Документація на експертизу повинна подаватися комплексно згідно з державними стандартами.

На основі проведеної експертизи розробляються пропозиції до внесення необхідних змін в документацію. Пропозиції можуть носити конкретний характер, наприклад, замінити один вид засобу вимірювань іншим, або зводитися до констатації факту про неприйнятність встановлених норм точності або розроблених методів контролю і вказанню про необхідність їх переробки.

Оформлюють їх у вигляді списку пропозицій і зауважень, що підписується особою, яка проводила експертизу, і затверджується головним метрологом підприємства. Документацію разом зі списком пропозицій і зауважень повертають розробникам для внесення поправок.

При великій кількості зауважень, або серйозному їх характеру, документація може бути повернена на доробку (без виявлення повного об'єму недоліків) з наступним повторним поданням на експертизу. Питання про терміни повторної експертизи вирішують керівник підрозділу-розробника документації і головний метролог підприємства.

Результати експертизи технічної документації, що діє на даному підприємстві, або поступила від інших організацій і підприємств, по яких вимагається оформлення змін технічної документації або розробка заходів по підвищенню ефективності метрологічного забезпечення, викладають в експертному висновку, який складають в двох примірниках. Перший примірник направляють розробнику, а другий з його підписом – зберігають в підрозділі, який проводив експертизу. Технічну документацію, що пройшла експертизу, після її коректування візують особи, відповідальні за її проведення. Без візи відділу головного метролога документи не можуть бути подані на затвердження. У випадку виникнення розбіжностей між відділом-розробником документації і МС кінцеве рішення приймає керівництво підприємства.

Документацію, що пройшла експертизу, реєструють в спеціальному журналі, при цьому зберігають копії списків пропозицій і зауважень до документації і експертні висновки. За результатами експертизи, аналізу внутрішньозаводського браку і дефектів продукції, відзначених в рекламаціях і протоколах випробовувань; перевірки дотримання вимог НТД ДСВ ; контролю за станом і правильністю застосування засобів вимірювань у виробництві щорічно, або по завершенню основного етапу підготовки виробництва, МС підприємства розробляє сумісно з технологічними і конструкторськими підрозділами організаційно-технічні заходи, направлені на подальше вдосконалення метрологічного забезпечення виробництва.

Спеціалістам (експертам-метрологам, спеціальним нормо- контролерам і т.п.), відповідальним за проведення експертизи слід керуватись положеннями діючих в момент експертизи стандартів і іншої НТД.

Метрологічна експертиза конструкторської документації. Конструкторська документація підлягає метрологічній експертизі з метою забезпечення ефективності вимірювань при контролі виробів в процесі їх розробки, виготовлення, експлуатації і обслуговування.

В процесі проведення метрологічної експертизи конструкторської документації вирішуються наступні завдання:

- перевірка оптимальності номенклатури і обґрунтованості норм точності параметрів, які контролюються з метою забезпечення ефективності і достовірності контролю якості і взаємозамінності;
- оцінка забезпечення конструкції виробу можливостям контролю необхідних параметрів в процесі їх виготовлення, випробування, експлуатації і ремонту;
- перевірка відповідності засобів і методів вимірювання сучасним вимогам виробництва при забезпеченні мінімальної трудомісткості і собівартості контрольних операцій при заданій точності;
- встановлення правильності і обґрунтованості вимог до засобів вимірювальної техніки;

- перевірка повноти вимог і норм в методах вимірювання;
- оцінка правильності вибору засобів і методик виконання вимірювань;
- встановлення правильності найменувань і позначень фізичних величин і їх одиниць.

В процесі проведення метрологічної експертизи конструкторської документації підлягають перевірці наступні документи: технічне завдання, ескізний проект, робоча документація, технічні умови, пояснювальна записка, програма і методика випробувань, експлуатаційна документація, карта технічного рівня і якості продукції, розрахунки, протоколи всіх видів випробувань, стандарти підприємств, раціоналізаторські пропозиції на засоби вимірювання. Документація на метрологічний контроль повинна подаватись комплектно, в межах одного виробу. При контролі креслень допускається документація в об'ємі складової одиниці.

Крім цього, розробник при необхідності повинен подати додаткову інформацію. Наприклад, при контролі технічних умов повинні бути подані: технічне завдання на розробку продукції, карта технічного рівня і якості; технічний, ескізний проект або інший документ, в якому приводиться обґрунтування прийнятих рішень з метрологічного забезпечення даної продукції; креслення, експлуатаційні документи або інші документи, які дозволяють розібратися в пристрої, складі і принципі дії виробу (продукції); документ, який відображає результати метрологічного контролю технічного завдання.

При контролі програм і методик випробувань розробником додатково подається наступна документація: технічне завдання на розробку продукції, текстова конструкторська документація (технічні умови на продукцію, пояснювальна записка, карта технічного рівня, експлуатаційна документація); креслення загального виду, різні схеми; документація на унікальне обладнання і засоби випробувань; протокол проведення дослідних випробувань макетного зразка або складових експериментальних одиниць; результати науково-дослідної роботи.

Для виконання завдання керівниками проекту на основі вихідних вимог замовника, тобто заявки, повинна бути вироблена чітка конструктивна концепція, для чого і проводять метрологічну експертизу заявки. В ході її встановлюють об'єм вимог до метрологічного забезпечення розробки виробу і дають попередню оцінку вимог до метрологічного забезпечення виробництва виробів. Експертиза заявки дозволяє визначити обґрунтування і достатність норм точності, встановлених для виробу. В процесі експертизи визначають відповідність встановлених норм точності державним і галузевим стандартам, якщо їх дія розповсюджується на виріб. При цьому також виявляють контролепридатність встановлених норм точності за допомогою існуючих або запланованих до розробки і виготовлення засобів вимірювань. При метрологічній експертизі технічного завдання повинен бути встановлений об'єм вимог до метрологічного забезпечення розробки виробу і зроблена оцінка вимог до метрологічного забезпечення виробництва виробу. При метрологічній експертизі технічного завдання перевіряються:

- необхідність проведення метрологічних досліджень при розробці виробів, їх види та об'єм;
- необхідність розробки нових спеціальних засобів та методів вимірювання, які будуть використовуватись при розробці виробу;
- необхідність додаткових вимірювальних засобів;
- необхідність виділення або побудови приміщення та придбання спеціального обладнання для забезпечення умов проведення метрологічних досліджень, пов'язаних з розробкою виробу;
- необхідність в розробці спеціальних вимірювальних засобів та методів вимірювання для метрологічного забезпечення виробництва виробу;
- правильність вибору і технічне обґрунтування вихідних параметрів, що забезпечують достовірну оцінку якості виробу;
- правильність встановлення норм точності вимірювання.

В процесі метрологічної експертизи ескізного проекту розглядають виконання рекомендацій, що вироблені при експертизі технічної пропозиції, і перевіряють відповідність норм точності, встановлених для виробу.

Метрологічна експертиза технічного проекту містить перевірку виконання рекомендацій експертизи ескізного проекту у частині відповідності встановлених для виробу норм точності, тим, що містяться у ескізному проекті. Технічний проект після погодження, проведення експертизи і затвердження у встановленому порядку служить основою для розробки робочої конструкторської документації.

Робочу документацію на виріб розглядають в декілька етапів:

- на дослідний зразок (дослідну серію);
- для серійного і масового виробництва.

Розроблена робоча конструкторська документація підлягає метрологічній експертизі, при якій перевіряють закладені в ній норми точності і методи контролю. При метрологічній експертизі норм точності перевіряють:

- взаємну ув'язку допусків, встановлених на розміри, відхилення форми, розташування поверхонь і шорсткість поверхні;
- достовірність встановлених норм точності для всіх елементів, що визначають вихідні параметри виробу, можливість контролю (контролепридатність) норм точності засобами вимірювань, які є у виробника;
- обґрунтування норм точності і вибір нормативних параметрів, який проводять у випадку неможливості або труднощі контролю засобами вимірювань, які є в наявності.

В процесі перевірки конструкторської документації слід перевірити правильність розрахунку розмірних кіл, що визначають вихідні параметри виробу, використовуючи пояснювальну записки і розрахунок, та впевнитись у правильності ходу розрахунку, а при необхідності – і в правильності викладок. Перевірка норм точності входить в обов'язки конструкторської і технологічної служб, і при експертизі її проводять вибірково. У випадку, коли виявлено багато недоліків і відступлень, може бути прийняте рішення про повернення документації на доробку.

Велике значення при проведенні експертизи має перевірка методів контролю. В ході її виконання перевіряють:

- правильність методів контролю, які передбачають забезпечення вимірювань з допустимою похибкою;
- правильність вибору засобів вимірювань, враховуючи передбачені вимоги методів виконання вимірювань;
- обґрунтованість норм точності і правильність вибору нормативних параметрів;
- обґрунтованість вимог, що ставляться до кожної впливової величини.

Послідовний опис всіх операцій, які виконуються в процесі контролю, повинен бути настільки повним, щоб тільки на його основі міг бути зроблений контроль.

Метрологічна експертиза креслення деталі-документа, що вміщує зображення деталі і інші дані, необхідні для її виготовлення і контролю, передбачає перевірку:

- взаємної ув'язки допусків, встановлених на розміри, відхилення форми, розташування поверхонь і шорсткість поверхні;
- встановлених норм точності, тобто наявності норм точності для всіх елементів, які визначають вихідні параметри виробу;
- контролепридатності норм точності.

За результатами метрологічної експертизи креслення деталі складають список зауважень і пропозицій, який затверджується головним метрологом. Експертиза креслення деталі і взаємна ув'язка допусків нерозривно пов'язана з експертизою збирального креслення. В ході метрологічної експертизи збирального креслення-документа, що вміщує зображення виробу і інші відомості, необхідні для його збирання і контролю, встановлюють правильність розрахунку розмірних кіл, які визначають вихідні параметри виробу, і контролепридатність виробу.

При метрологічній експертизі монтажного креслення перевіряються:

- достатність встановлених норм точності;
- контролепридатність виробу.

При метрологічній експертизі пояснювальної записки і розрахунків перевіряються:

- відповідність розрахунків метрологічним вимогам та нормам;
- правильність метрологічної термінології і найменування позначень фізичних величин та їх одиниць.

При метрологічній експертизі технічних умов перевіряються:

- відповідність норм точності, встановленим в технічних умовах вимогам технічного завдання;
- відповідність вимог технічних умов вимогам стандартів;
- методи контролю.

При метрологічній експертизі програми та методики випробувань перевіряються:

- повнота програми, тобто наявність в ній випробувань всіх вихідних параметрів виробу;
- норми точності показників якості та надійності виробів, режимів випробувань;
- норми точності вимірювань, які проводяться при випробуваннях;

- опис методів випробувань та засобів вимірювальної техніки і контролю;
- відхилення;
- надійність ЗВТ;
- методи контролю.

При метрологічному контролі карти технічного рівня і якості виробу перевіряються відповідність вибраних одиниць вимірювання та правильність їх позначення.

Метрологічний контроль ремонтних та експлуатаційних документів повинен проводитись тільки для тих розділів, де встановлюються норми точності і містяться описи операцій контролю.

Метрологічна експертиза технологічної документації. Експертизу технологічної документації проводять з метою встановлення відповідності норм точності, методів, засобів, умов і процедур виконання вимірювань, показників точності вимірювань, які приведені в цій документації, вимогам стандартів та інших нормативних документів.

Проведення метрологічної експертизи технологічної документації вирішує наступні завдання:

- визначення оптимальної номенклатури вимірюваних параметрів;
- встановлення показників точності вимірювань, які відповідають вимогам забезпечення оптимальних режимів технологічних процесів;
- оцінка правильності вибору засобів і методик виконання вимірювань;
- виявлення можливості переважного застосування уніфікованих, автоматизованих засобів вимірювальної техніки, які забезпечують отримання заданої точності вимірювань і необхідної продуктивності;
- оцінка забезпечення вибраними ЗВТ мінімальних трудомісткості і собівартості операцій при заданій точності;
- встановлення пріоритетного використання стандартизованих або наявних атестованих методик виконання вимірювань;
- оцінка відповідності продуктивності засобів вимірювальної техніки продуктивності технологічного обладнання;
- визначення доцільності опрацювання результатів вимірювання, контролю і випробувань виробів засобами обчислювальної техніки;
- встановлення правильності найменувань і позначень фізичних величин і їх одиниць;
- оцінка рекомендацій з організації і проведенню вимірювань для забезпечення безпеки праці (стандарти на загальні вимоги і норми за видами небезпечних і шкідливих виробничих факторів, що встановлюють гранично-допустиме значення нормованих параметрів; вимоги до методів їх вимірювань; до безпеки при роботі з небезпечними і шкідливими речовинами).

Технологічні документи, що підлягають метрологічній експертизі:

- карти ескізів, маршрутна карта, операційна карта, карта технологічного процесу, карта типового технологічного процесу, технологічна інструкція, відомість технологічних документів, відомість операцій технологічного контролю, операційна карта технологічного контролю;
- відомість оснастки;
- специфікація технологічних документів.

Особливу увагу при метрологічній експертизі технологічної документації необхідно звернути на стислість, чіткість формулювання, вимоги до яких описані в стандартах ЄСТД, ЄСТПВ і іншої НТД.

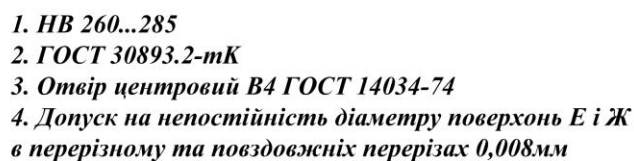
Щоб спростити роботу технолога і експерта метролога, рекомендується замість індивідуальних технологічних процесів проектувати типові, що враховують конструктивні і технологічні особливості всіх деталей тої чи іншої класифікаційної групи.

Типовість і стандартизація технологічних процесів виготовлення деталей і монтажно-складальних робіт сприяють підвищенню якості технологічної документації, скорочують терміни і цикл її розробки і суттєво зменшують її об'єм, дозволяють використовувати в малосерійному і серійному виробництві прогресивну технологію багатосерійного і масового виробництва.

Кожний технологічний документ повинен бути підписаний особами, що склали, перевірили і затвердили його.

Приклад метрологічної експертизи:

Виконати метрологічну експертизу креслення шліцьового валу (рис. 2.39), що виготовляється в умовах дрібносерійного виробництва. Основними базами валу, що визначають його положення у виробі, є циліндрові поверхні Е і Ж і відповідні їм торцеві поверхні Ці поверхні сполучаються з радіальними кульковими підшипниками 0-го класу точності. Шліцьова поверхня валу, виконана центруванням по зовнішній поверхні шліц, є допоміжною базою і служить для установки на ній блоку шестерень. Зовнішнє різьблення М22х1,5 є кріпильним, що за допомогою гайки фіксує осьове положення встановлюваних на вал деталей. Точність розмірів поверхонь Е і Ж, а також зовнішнього діаметру і ширини шліц визначена вказаними на кресленні граничними відхиленнями.



87

параметром Ra – середнім арифметичним відхиленням профілю, граничні значення якого змінюються в діапазоні від 0,8 до 6,3 мкм.

Вимоги до точності лінейних розмірів поверхонь Е и Ж, а також елементів шліц, вказані на кресленні, встановлені вірно, тому що відповідають ГОСТ 3325 «Подшипники качения. Поля допусков и технические требования к посадочным поверхностям валов и корпусов. Посадки» і ГОСТ 139 «Соединения шлицевые прямобочные. Размеры и допуски».

Виконуємо метрологічну експертизу. Недопустимою є відсутність на кресленні вимог до точності різьблення M22x1,5. Оскільки різьблення кріпильне, відповідно до ГОСТ 16093 «Резьба метрическая. Допуски и посадки с зазором» переважним є використання поля допуску 6g.

З точки зору контролепридатності встановлені на лінійні розміри допуски заперечень не викликають. Відповідно до рекомендацій діаметри [6]

$\varnothing 35^{+0,018}_{+0,002}$ і $\varnothing 46^{-0,025}_{-0,050}$ можна виміряти скобою-важелем (CP50) з ціною ділення 0,002 мм при установці на нуль по кінцевих мірах довжини 3-го класу точності (при роботі прилад повинен знаходитися в стійці); ширину шліц $8 \div 0,022$ – мікрометром гладким 1-го класу точності МК25-1 з величиною відліку 0,01 мм при налаштуванні на нуль по настановній мірі. При вимірі діаметру $\varnothing 35^{+0,018}_{+0,002}$ скобою-важелем похибка вимірювання $\Delta v = 4,5$ мкм, що менше допустимої похибки вимірювання $\delta = 5$ мкм; при вимірі розміру $8 \div 0,022$ мікрометром гладким $\Delta v = 5$ мкм при $\delta = 5$ мкм [6]. Оцінимо достовірність контролю на прикладі вимірювання шийки валу $\varnothing 35^{+0,018}_{+0,002}$.

Згідно ГОСТ 8.051 при невідомій точності технологічного процесу серед придатних деталей може виявитися 5,2 % невірно прийнятих деталей з відхиленнями; які виходять за межу поля допуску на величину 0,004 мм (з граничними відхиленнями + 0,022 и – 0,002 мм). При сполученні шийки валу з отриманими граничними відхиленнями з підшипником кочення вірогідність здобуття натягу буде 99,72 %, що не вплине на експлуатаційні показники з'єднання (аналіз виконуються спільно з конструктором виробу). Отже, на кресленні доцільно залишити спочатку призначене конструктором поле допуску. Допуски торцевого биття поверхонь валу, зв'язаних з підшипниками кочення, призначені відповідно до ГОСТ 3325, а радіального биття зовнішньої поверхні шліц по ГОСТ 24643. Вони не перевищують допусків відповідних розмірів і заперечень не викликають.

Для виключення перекосу кілець підшипників, встановлених на вал, згідно ГОСТ 3325, необхідно забезпечити співвісність шийок під підшипники валу відносно їх загальної осі. На кресленні (рис.2.39) заданий допуск радіального биття цих шийок відносно осі центрових отворів.

При контролі радіального биття шийок валу відносно осі центрових отворів замість відхилення від співвісності шийок валу відносно їх загальної осі виникають методичні погрішності виміру: погрішність, викликана відхиленням форми (відхиленням від круглості) вимірюваної поверхні (найбільше значення похибки форми вала згідно креслення

$\Delta\phi = 4$ мкм) і похибка несуміщення конструкторської (загальна вісь шийок під підшипники) і вимірювальної (вісь центрових отворів) баз. Похибка несуміщення баз після тонкого шліфування може доходити $\Delta\delta = 12$ мкм.[17]

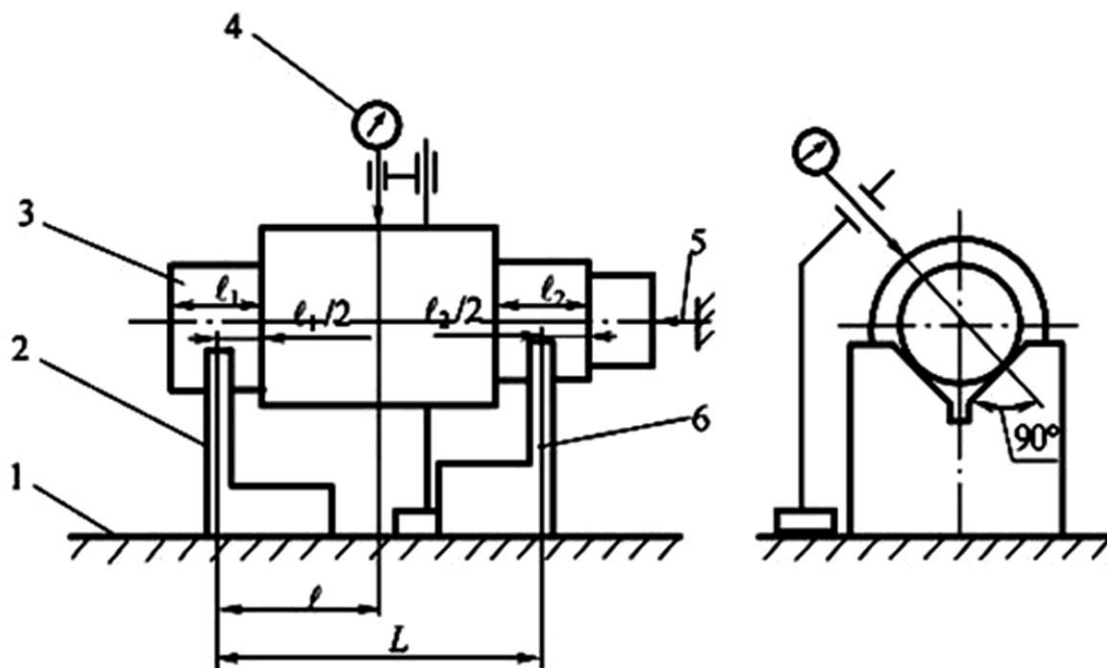
Таким чином методичну похибку вимірювання можна розрахувати

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\phi}^2 + \Delta_{\delta}^2} = \sqrt{4^2 + 12^2} = 12,6 \text{ мкм.}$$

Тобто методична похибка вимірювання в 14 разів перевищує похибки вимірювання, які припускається, згідно ГОСТ 22187 і дорівнюють $\delta = 0,9$ мкм.

Усунути методичну складову похибки вимірювання можна, шляхом заміни допуску радіального биття шийок під підшипники відносно осі центрових отворів на допуск співвісності цих шийок відносно їх загальної осі, заданому в діаметральному виразі.

Вимірювання можна виконати при установці деталі на ножеподібні призми (рис. 3.40) і використанні засобу вимірювання голівки вимірювальної зубчасто-важельної ІП з ціною ділення 0,001 мм. Похибка виміру відхилення від співвісності за запропонованою схемою при дотриманні нормальних умов виконання вимірів дорівнюватиме інструментальній похибці засобу вимірювання $\Delta_{\text{и}} = \Delta_{\text{си}} = 0,8$ мкм.[4]

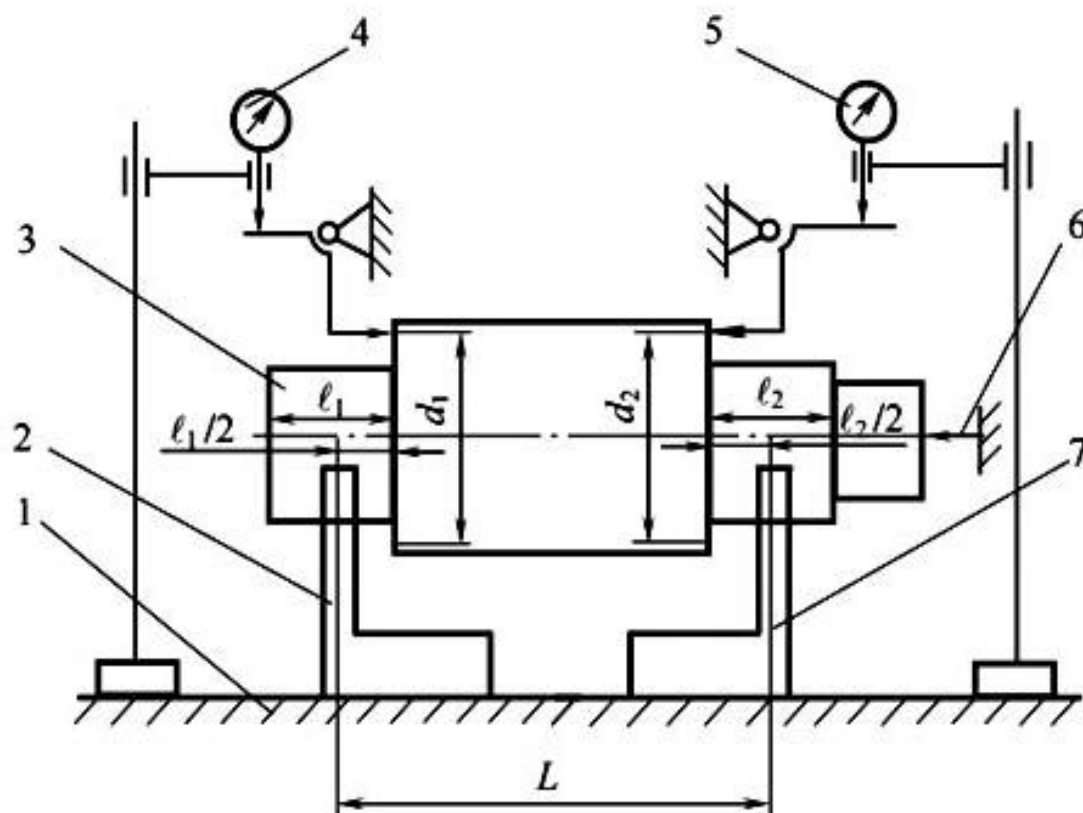


1 – плита для перевірки; 2 – вимірювальні головки; 3 – упор;

4 – ножеподібна призма; 5 – деталь

Рисунок 3.40 – Схема вимірювання співвісності шийок під підшипники шліцьового валу

Допуск радіального биття зовнішньої поверхні шліц і допуск торцьового биття заплечиків валу також задані не від основної конструкторської бази валу, а від осі центрових отворів. Необхідно з метою виключення похибки несуміщення баз вказане биття задати відносно основної конструкторської бази валу – загальної осі шийок під підшипники. Вимір можна виконати за схемами, показаними на (рис. 2.40 і 2.41), з використанням вимірювального засобу індикаторів годинного типу ІЧ02 з ціною ділення $0,01 \div 0$ -го класу точності.[4,18]



1 – плита для повірки; 2,7 – ножеподібні призми; 3 – деталь;
4,5 – індикатори часового типу; 6 – упор

Рисунок 2.41 – Схема вимірювання торцьового биття заплечиків вала відносно загальної осі шийок під підшипники

На похибку виміру торцьового биття за запропонованою схемою (рис. 2.41) буде впливати відхилення від круглості базових поверхонь, яке приведе до перекосу деталі, коли напроти однієї з опор виявиться виступ нерівності базової поверхні, а напроти іншої – западина. Враховуючи цю обставину, похибка при вимірі торцьового биття можна визначити за формулою

$$\Delta_u = \sqrt{\Delta_{cu}^2 + \left(\Delta_{\phi 1} \frac{d_1}{L}\right)^2 + \left(\Delta_{\phi 2} \frac{d_2}{L}\right)^2},$$

де Δ_{cu} – інструментальна похибка засобу вимірювання, мкм;

$\Delta_{\phi 1}$ і $\Delta_{\phi 2}$ – відповідно відхилення форми (відхилення від круглості) поверхні першої та другої базової шийки;

d_1 и d_2 – діаметри вимірювання торцювого биття першого і другого заплечиків валу, мм;

L – відстань між ножеподібними призмами, мм

Оскільки по кресленню деталі $d_1 = d_2$ (рис. 2.0 і 2.41), похибка виміру правого торця буде дорівнювати Δ_{u1} . При використанні індикатора годинного типа з $\Delta_{cu} = 6$ мкм [18] і з врахуванням максимального значення відхилення від круглості поверхонь базових шийок $\Delta_{\phi} = 4$ мкм, за нормальних умов виконання вимірів похибка виміру буде дорівнювати

$$\Delta_{u1} = \Delta_{u2} = \sqrt{6^2 + 2\left(4 \frac{42}{96}\right)^2} = 6,5 \text{ мкм.}$$

Похибка виміру торцювого биття $\Delta_i = 6,5$ мкм менше допустимої похибки виміру, $\delta = 9$ мкм [10], отже запропонована схема може бути використана для виміру. На похибку виміру радіального биття поверхні шліц валу також впливатиме відхилення від круглості поверхонь базових шийок $\Delta_{\phi 1} = \Delta_{\phi 2}$.

При найгіршому випадку $\Delta_{\phi 1} = \Delta_{\phi 2} = \Delta_{\phi}$:

$$\Delta_u = \sqrt{\Delta_{cu}^2 + \Delta_{\phi}^2}.$$

При використанні індикатора багатооборотного 2МИГ с ціною ділення 0,002 мм и $\Delta_{cu} = 5$ мкм [18], з урахуванням максимального значення відхилення від круглості поверхонь базових шийок $\Delta_{\phi} = 4$ мкм; та нормальних умов вимірювань.

$$\Delta_u = \sqrt{5^2 + 4^2} = 6,4 \text{ мкм.}$$

Похибка виміру радіального биття $\Delta_i = 6$ мкм менше допустимої похибки виміру, що припускається $\delta = 7$ мкм [10], отже вимір можна виконувати по запропонованій на схемі (рис. 41). Розглянемо вимоги до допусків форми поверхонь валу. Відповідно до нормативних документів (ГОСТ 3325) циліндрові поверхні шийок під підшипники мають бути обмежені допусками круглості і профілю подовжнього перетину. Рекомендується

нормувати відхилення від круглості, якщо на виробництві є спеціальний прилад, наприклад, кругломір. Інакше відхилення форми посадочних поверхонь в поперечному перетині слід обмежувати допуском непостійності діаметру, що допускається стандартом.

Якщо на посадочній поверхні можливе утворення ограновування з непарним числом граней (особливо небезпечне для працездатності підшипника ограновування з 3-ма і 5-ма гранями), то обмежувати відхилення форми в поперечному перетині слід допуском круглості, а двоточковий вимір непостійності діаметрів доповнювати триточковим виміром ограновування із застосуванням призми. Виміряти відхилення профілю подовжнього перетину, що є поєднанням відхилень від прямолінійності осі і паралельності без спеціального приладу, наприклад, координатно-вимірювальної машини для контролю розмірів тіл обертання, досить складно [18].

За відсутності у виробництві спеціального засобу виміру відхилення форми посадочних поверхонь в подовжньому перетині доцільно обмежувати непостійністю діаметру уздовж осі деталі, що не суперечить стандарту. Передбачаючи відсутність значного ограновування з непарним числом граней і враховуючи невелику довжину посадочних поверхонь валу (рис. 2.40), відхилення форми посадочних поверхонь для підшипників 0-го класу точності $\varnothing 35$ мм доцільно обмежити допуском непостійності діаметру в поперечному і подовжньому перетинах величиною 8 мкм. Непостійність діаметру шийок під підшипники в поперечному і подовжньому перетинах можна виміряти скобою-важелем з ціною ділення 0,002 мм при налаштуванні на нуль по кінцевих мірах 1-го класу точності з використанням відліку на $\pm (1 - 2)$ поділки шкали і чотирикратним виміром при дотриманні нормальних умов виконання вимірів. Тоді похибка буде дорівнювати $\Delta_i = 0,8$ мкм, що менше допустимої похибки виміру $\delta = 3,0$ мм [13].

Шорсткість поверхонь шийок валу під підшипники обмежена середнім арифметичним відхиленням профілю $Ra = 0,8$ мкм, що відповідає рекомендованому співвідношенню $Ra \leq 0,05IT \leq 0,8$ мкм і ГОСТ 3325.

При аналізі можливості контролю торцьового биття запlechиків валу видно, що для цих поверхонь не встановлені відповідні вимоги по шорсткості $Ra \leq 0,1Tc = 2,5$ мкм (задані вимоги $Ra \leq 6,3$, що відповідає шорсткості поверхні, на зображенні яких не нанесений знак шорсткості).

Необхідно відповідно до рекомендацій ГОСТ 3325 на торцьові поверхні запlechиків валу встановити вимоги до шорсткості по середньому арифметичному відхиленню профілю $Ra \leq 1,6$ мкм.

Позначення шорсткості поверхонь деталі не відповідає зміні № 3 до ГОСТ 2.309, введеного з 1 січня 2005 року.

ВИСНОВКИ

Таким чином, на підставі проведеної метрологічної експертизи креслення шліцьового валу необхідно:

– обмежити різбову поверхню валу $M 22 \times 1,5$ полем допуску 6g;

– замінити допуск радіального биття шийок валу відносно осі центрових отворів під підшипники на допуск співвісності цих шийок відносно їх загальної осі $\varnothing 0,005$ мм;

– замінити вимірвальну базу при контролі торцьового биття заплечиків валу (проставити як базу загальну вісь шийок валу під підшипники);

– замінити вимірвальну базу при контролі радіального биття зовнішньої поверхні шліц (проставити як базу загальну вісь шийок валу під підшипники);

– встановити вимоги до шорсткості заплечиків валу $Ra \leq 1,6$ мкм;

– привести позначення шорсткості у відповідності із зміною № 3 до ГОСТ 2.309.

Список зауважень і пропозицій оформляють за формою табл. 2.2. Виправлене креслення шліцевого валу представлено на (рис. 2.42).

Таблиця 2.2 – Перелік зауважень на основі метрологічної експертизи

№ з/п	Зауваження	Пропозиції
1	Не обмежена різьбова поверхня валу М 22 × 1,5 полем допуску	Встановити вимоги по точності різьблення М 22 × 1,5 – 6g
2	Допуск радіального биття шийок вала під підшипники від осі центрових отворів заданий не від основних конструкторських баз валу. При контролі цього допуску методична складова похибку перевищує допустиму похибку виміру.	Проставити допуск співвісності шийок валу під підшипники 0,005 мм у діаметральному розмірі відносно загальної осі.
3	Допуск радіального биття зовнішньої поверхні шліц задані не від основної конструкторської бази валу.	Проставити допуск радіального биття зовнішньої поверхні шліц валу 0,02 мм відносно загальної осі шийок валу під підшипники
4	Допуск торцьового биття заплечиків валу відносно осі центрових отворів не дозволяє обмежити перекося кілець підшипника при роботі вузла, тому що заданий не від основних конструкторських баз валу.	Проставити допуск торцьового биття заплечиків валу 0,025 мм відносно загальної осі шийок валу під підшипники
5	Вимоги до шорсткості заплечиків валу $Ra \leq 6,3$ не відповідають ГОСТ 3325	Встановити вимоги до шорсткості заплечиків $Ra \leq 1,6$ мкм.
6	Позначення шорсткості поверхонь деталі не відповідає зміні № 3 до ГОСТ 2.309, введеного з 1 січня 2005 року	Привести позначення шорсткості у відповідності із зміною № 3 до ГОСТ 2.309

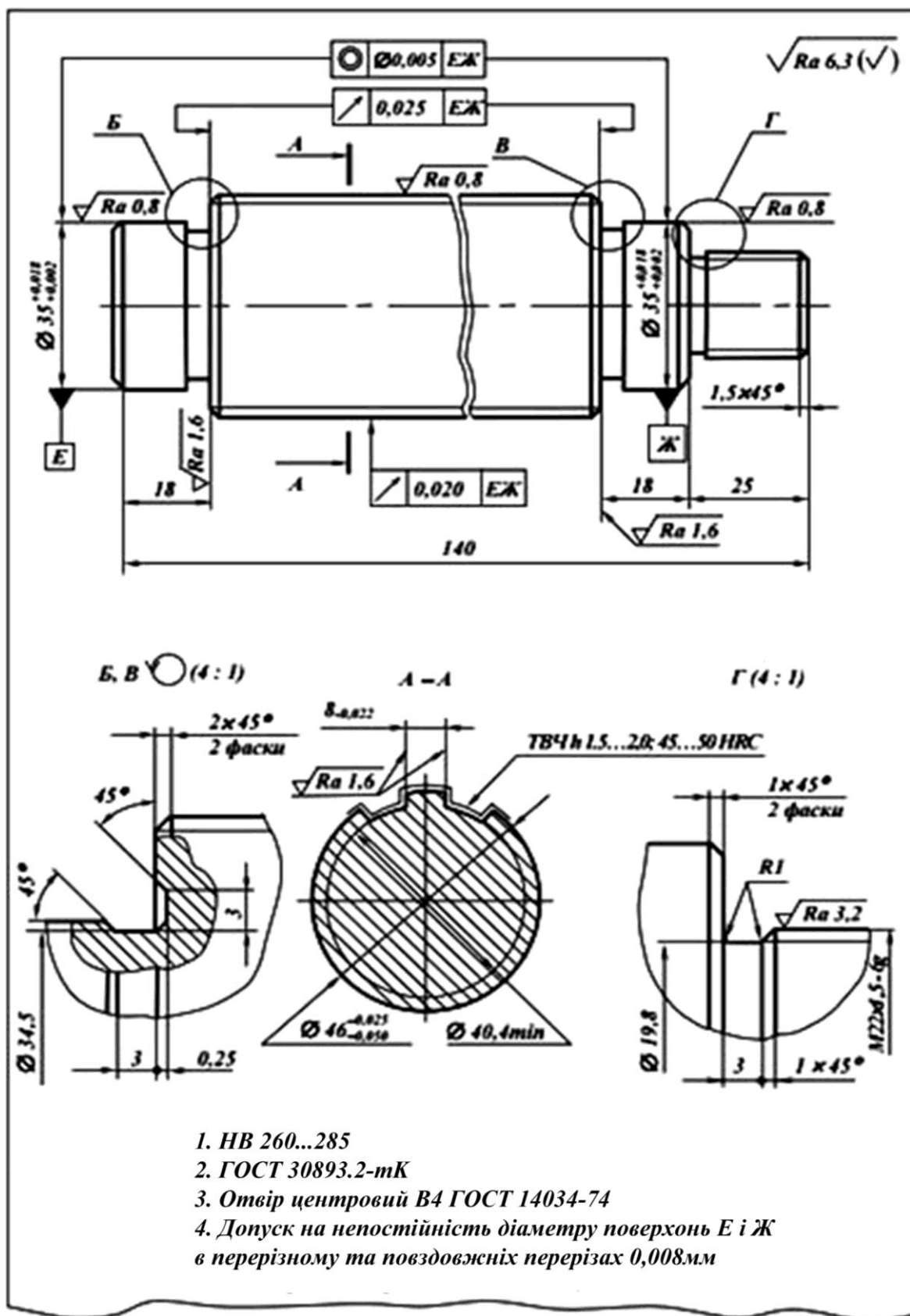


Рисунок 2.42 – Виправлене креслення шліцьового валу

2.6 Міжнародна структура метрології. Поєднання з іншими науками

Міжнародна рада з питань стандартизації, метрології та сертифікації координує і розробляє рішення щодо проведення організаційних, методичних і науково-дослідних робіт з питань стандартизації, метрології та сертифікації. До її складу входять представники держав-учасниць, які від імені держав наділяються правом бути членами ради і уповноваженими представниками держав для виконання функцій, покладених на Раду. Робочим органом Ради є постійно діючий технічний секретаріат, який знаходиться у Мінську. Вищим органом з питань стандартизації, метрології та якості продукції є Державний комітет України з питань стандартизації, метрології та сертифікації (Держстандарт України).

У структурі Держстандарту України нараховується 35 центрів стандартизації, метрології та сертифікації, в тому числі 26 обласних (Український науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації, Білоцерківський, Вінницький, Волинський, Дніпропетровський, Донецький, Житомирський, Закарпатський, Івано-Франківський, Кіровоградський, Кримський, Луганський, Львівський, Миколаївський, Одеський, Полтавський, Рівненський, Тернопільський, Харківський, Херсонський, Хмельницький, Черкаський, Чернігівський, Чернівецький), 9 міських (Горлівський, Дрогобицький, Кременчуцький, Криворізький, Маріупольський, Мелітопольський, Краматорський, Северопольський, Червоноградський). Крім того, до складу Держстандарту України входять декілька науково-дослідних інститутів: Львівський ДНДІ "Система", Харківське науково-виробниче об'єднання "Метрологія", УНДІССІ; два навчальні заклади: вище училище метрології та якості у м. Одесі та український навчально-науковий центр у м. Києві (колишній ВІСМ); заводи "Еталон" (у Києві, Харкові, Донецьку, Умані, Білій Церкві); дослідні заводи "Прилад" (у Вінниці та Полтаві) і магазини стандартів (у Києві та Харкові). Держстандарт України здійснює державне управління забезпеченням єдності вимірювань в Україні і організовує проведення фундаментальних досліджень в галузі метрології, створення та функціонування еталонної бази України, проведення повірок засобів вимірювальної техніки та ін. Рішення Держстандарту України з питань метрології є обов'язковими для виконання центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, громадянами – суб'єктами підприємницької діяльності та іноземними виробниками. На початку ХХІ століття Україна реалізує свій державний суверенітет з метою визначення свого місця серед міжнародного товариства і забезпечення миру, стабільності, добробуту українському народу, а також заради активної участі у світовій торгівлі та науковому співробітництві. Україні є що запропонувати своїм партнерам — від космічних технологій, продукції суднобудування до ліків і продуктів харчування. Якість вітчизняної продукції базується більш ніж на 200-річному досвіді, вона закріплена відповідними стандартами та сертифікатами.

Україна готується вступити до Світової організації торгівлі (СОТ), хоча і сьогодні багато видів продукції з успіхом конкурують із кращими світовими зразками. Реалізація цього курсу потребує подальшого розвитку та удосконалення національної системи стандартизації, метрології та сертифікації у напрямку зближення з міжнародними і європейськими стандартами, угодами і підходами. Цьому сприятиме участь України у Міжнародній організації з питань стандартизації (ISO), Міжнародній електротехнічній комісії (IEC), Міжнародній організації законодавчої метрології (OIML) та інших міжнародних організаціях, де її представляє Держстандарт. Законодавчою основою національної метрологічної системи є Закон України "Про метрологію та метрологічну діяльність" від 11 лютого 1998 року № 113/98-ВР, який визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань у нашій державі, регулює суспільні відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювання. Технічною основою національної метрологічної системи є система Державних еталонів одиниць фізичних величин. Еталонна база України складається з 28 Державних еталонів одиниць фізичних величин, а саме: маси, довжини, температури, сили світла, часу, частоти, енергії згорання, тиску, об'єму рідини, прискорення сили тяжіння, магнітної індукції, молярної частки компонентів у газовому середовищі тощо. З метою підвищення ефективності метрологічної діяльності створюється наукова, технічна та організаційно-правова база метрології. За станом на 1998 рік у сфері метрології діє понад 40 національних нормативних документів (ДСТУ) і понад 350 Міжнародних стандартів (ГОСТів).

Метрологія відрізняється від інших природничих наук тим, що її фундаментальні положення приймаються за угодами, а не диктуються об'єктивними закономірностями. Це підкреслює наявність так званої законодавчої метрології - частини метрології, що містить положення, правила, вимоги та норми, які регламентуються і контролюються державою для забезпечення єдності вимірювань. Метрологія є теоретичною основою вимірювальної техніки, одного з основних факторів технічного прогресу в усіх галузях діяльності людини. Розвиток метрології полягає, в першу чергу, в удосконаленні теоретичних основ вимірювань, узагальненні практичного досвіду в галузі вимірювань і формуванні подальшого розвитку вимірювальної техніки. Вимірювальна техніка є одним із головних факторів технічного прогресу, і її рівень у значній мірі визначає загальний рівень розвитку науки і техніки. Особлива роль належить електровимірювальній техніці, яка дозволяє використовувати новітні досягнення електротехніки, електроніки, обчислювальної техніки і автоматики для вирішення складних науково-технічних завдань.

Методи вимірювання електричних величин застосовуються також для вимірювання неелектричних і магнітних величин. Засоби вимірювання електричних величин застосовуються не тільки для отримання вимірювальної інформації, але і для здійснення контролю за станом параметрів різноманітних матеріальних об'єктів. Для керування процесом вимірювання, оброблення

результатів та їх подальшого більш ефективного використання все частіше використовуються мікропроцесори, мікроконтролери, персональні комп'ютери.

Однією з найважливіших характеристик вимірювань є точність, яка характеризує міру відповідності наукового знання про досліджувані об'єкти теорії, сформульоване з використанням кількісних відношень, що отримані в процесі вимірювального експерименту. Тому точність на кожному етапі розвитку науки і техніки є кінцевою. *Єдність вимірювань – це стан вимірювань, за яким їх результати представляються в узаконених одиницях і похибки вимірювань відомі із заданою ймовірністю.* Прагнучи до пізнання світу та підвищення продуктивності праці, людина в процесі накопичення знання та досвіду розробляє методи пізнання – найбільш ефективні засоби одержання нових знань. Вимірювальна інформація – одна із складових частин пізнання людиною матеріального світу за допомогою експериментальних методів пізнання. Експериментальна інформація безперервно вдосконалюється у процесі покращення вимірювального експерименту. При цьому відбуваються постійне уточнення вимірювальної інформації, вивільнення її від супутніх похибок і наближення до абсолютної істини. В результаті аналізу отриманої вимірювальної інформації людина пізнає навколишнє середовище.

Предметом метрології є отримання кількісної і якісної інформації про властивості об'єктів і процесів, встановлення й застосування наукових і організаційних основ, технічних засобів, правил і норм, необхідних для досягнення єдності і необхідної точності.

Методи метрології – це сукупність фізичних і математичних методів, що використовуються для отримання вимірювальної інформації. До них належать: методи вимірювання, відтворення величин заданого розміру, порівняння величин, вимірювальне перетворення, обробка результатів спостережень, планування вимірювального експерименту.

Методи метрології дозволяють перевірити істинність інформації метрологічними експериментами. Різноманітність каналів отримання вимірювальної інформації, сукупність методів її обробки сприяють підвищенню точності і достовірності, а отже, і поглибленню пізнання людиною матеріальних об'єктів.

Засоби метрології – різноманітні засоби вимірювань і контролю, які вдосконалюються й розвиваються на основі об'єктивних законів. Збільшення числа структурних елементів, програмно-апаратна реалізація засобів вимірювання й контролю призводять до їхньої якісної зміни. Вони неперервно вдосконалюються – від найпростіших мір до приладів, установок, комп'ютерно-вимірювальних систем і метрологічних робіт.

Відбувається перехід кількості структурних елементів у нові якості. Усі засоби вимірювання й контролю регламентуються державними й міжнародними правилами, законодавчими актами, що мають за мету підтримання єдності вимірювань і підвищення їхньої достовірності.

Таким чином, засоби метрології включають:

- сукупність засобів вимірювання й контролю;
- систему державних еталонів одиниць фізичних величин;

- систему передачі розмірів одиниць фізичних величин від еталонів усім засобам вимірювання за допомогою зразкових засобів перевірки;
- систему обов'язкової державної і відомчої повірки, або метрологічної атестації засобів вимірювання;
- систему стандартних зразків складу і властивостей речовин, матеріалів.

Напрямки метрології. Розвиваючись швидкими темпами, метрологія поділяється на ряд самостійних розділів:

- теорія вимірювань;
- теорія похибок;
- інформаційна теорія вимірювань;
- теорія інформаційно-вимірювальних систем;
- статистичні вимірювання;
- вимірювання електричних величин;
- вимірювання магнітних величин;
- вимірювання неелектричних величин.

Факт існування в сучасній науці різноманітних напрямків вивчення вимірювань є відображенням процесу диференціації науки про вимірювання як важливого принципу її розвитку.

Тенденція диференціації привела до створення окремих напрямків вимірювань а також відповідних навчальних і наукових спеціальностей, що, у свою чергу, забезпечило їх прискорений розвиток. Однак поряд із тенденцією диференціації у зв'язку з розвитком наукових досліджень на межі різнорідних явищ, зі створенням складних систем із використанням фізичних явищ різного роду, ефективністю взаємного проникнення методів вимірювання і вимірювального перетворення з різних галузей науки і техніки посилюється тенденція інтеграції у розвитку метрології і вимірювальної техніки. Напрямки розвитку метрології визначають її місце серед інших наук.

Усі розділи метрології розвиваються на основі об'єктивних законів, коли існуючі раніше засоби вимірювання відкидаються і замінюються новими, коли забезпечується єдність об'єкта дослідження і суб'єкта, їхній взаємозв'язок і взаємодія приводить до підвищення точності.

Метрологія веде до єднання різних наук. Вона тісно пов'язана з фундаментальними природничими науками, насамперед технічною фізикою. Виконуючи завдання метрологічного забезпечення, вона змикається й із суспільними науками, оскільки проблеми метрології мають багато спільного з типовими проблемами масового обслуговування.

Основні нормативні документи з метрології в Україні. Основним Законом України є Закон «Про метрологію та метрологічну діяльність» прийнятий 05.06.2014, останні зміни внесені 15.01.2015.

1. Цей Закон визначає правові основи забезпечення єдності вимірювань в Україні, регулює відносини у сфері метрологічної діяльності та спрямований на захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань.

2. Цей Закон регулює відносини, що виникають у процесі здійснення метрологічної діяльності, і поширюється на центральні та місцеві органи виконавчої влади, органи місцевого самоврядування, з підприємства (їх

об'єднання), установи і організації незалежно від форм власності та виду діяльності, що діють на території України (далі підприємства і організації), на фізичних осіб – суб'єктів підприємницької діяльності і виробників (експортерів) іноземних держав, що ввозять засоби вимірювальної техніки на територію України (далі — іноземні виробники).

3. Цей Закон також поширюється на фізичних осіб, які не є суб'єктами підприємницької діяльності, — власників засобів вимірювальної техніки, результати вимірювань якими використовуються для здійснення розрахунків за спожиті для побутових потреб електричну і теплову енергію, газ і воду. Відносини у сфері метрології та метрологічної діяльності регулюються цим Законом та іншими нормативно-правовими актами. Розроблення і затвердження нормативних документів з метрології здійснюються відповідно до закону.

Нормативні документи з метрології поділяються на:

- нормативні документи з метрології ЦОВМ;
- нормативні документи з метрології інших центральних органів виконавчої влади;
- нормативні документи з метрології підприємств і організацій. Вимоги нормативних документів з метрології ЦОВМ обов'язкові для виконання центральними та місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, організаціями, фізичними особами суб'єктами підприємницької діяльності та іноземними виробниками. Інші центральні органи виконавчої влади, підприємства і організації в межах своїх повноважень можуть розробляти та затверджувати нормативні документи з метрології, що конкретизують нормативні документи з метрології та нормативно-правові акти ЦОВМ і не суперечать їм.

Державна метрологічна система. Державна метрологічна система створює необхідні засади для забезпечення єдності вимірювання у державі, а її діяльність спрямована на:

- реалізацію єдиної технічної політики у сфері метрології; —захист громадян і національної економіки від наслідків недостовірних результатів вимірювань;
- підвищення рівня фундаментальних досліджень і наукових розробок;
- економію всіх видів матеріальних ресурсів;
- забезпечення якості та конкурентоспроможності вітчизняної продукції;
- створення нормативно-правових, нормативних, науково-технічних та організаційних основ забезпечення єдності вимірювань у державі. Діяльність щодо забезпечення функціонування та розвитку державної метрологічної системи координує спеціально уповноважений Центральний орган виконавчої влади у сфері метрології (далі ЦОВМ).

З метою колегіального розгляду концептуальних питань забезпечення функціонування та розвитку державної метрологічної системи при ЦОВМ створюється консультативно-дорадчий орган – Науково-технічна комісія з метрології (далі – Комісія з метрології). Основною метою діяльності Комісії з метрології є формування пропозицій щодо напрямів технічної політики і науково-технічних робіт у сфері метрології та метрологічної діяльності. Комісія з метрології формується з представників Державної метрологічної служби та

метрологічних служб центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій. Персональний склад Комісії з метрології та положення про неї затверджуються ЦОВМ. Рішення Комісії з метрології реалізуються через відповідні рішення ЦОВМ.

Структура метрологічної служби. Метрологічна служба України складається з Державної метрологічної служби (ДМС) і метрологічних служб центральних органів виконавчої влади, підприємств і організацій. Державна метрологічна служба організує, провадить та координує діяльність, спрямовану на забезпечення єдності вимірювань у державі, а також здійснює державний метрологічний контроль і нагляд за додержанням вимог Закону України – Про метрологію та метрологічну діяльність, інших нормативно-правових актів України і нормативних документів із метрології.

До національної метрологічної служби належать:

- 1) центральний орган виконавчої влади, що забезпечує формування державної політики у сфері метрології та метрологічної діяльності;
- 2) центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності;
- 3) центральний орган виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрологічного нагляду;
- 4) наукові метрологічні центри;
- 5) державні підприємства, які належать до сфери управління центрального органу виконавчої влади, що реалізує державну політику у сфері метрології та метрологічної діяльності, та провадять метрологічну діяльність в містах обласного значення (далі - метрологічні центри);
- 6) Служба єдиного часу і еталонних частот, Служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, Служба стандартних довідкових даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів;
- 7) метрологічні служби центральних органів виконавчої влади, інших державних органів, підприємств та організацій;
- 8) органи з оцінки відповідності засобів вимірювальної техніки та повірочні лабораторії.

Державна метрологічна служба організовує, здійснює та координує діяльність, спрямовану на забезпечення єдності вимірювань у державі, а також виконує державний метрологічний контроль і нагляд за додержанням вимог Закону України «Про метрологію та метрологічну діяльність» (Відомості Верховної Ради (ВВР), 2014, № 30, ст.1008), інших нормативно-правових актів і нормативних документів з метрології. До Державної метрологічної служби належать: спеціально уповноважений центральний орган виконавчої влади в сфері метрології; національний науковий метрологічний центр, що належить до сфери управління центрального органу виконавчої влади в сфері метрології (ЦОВМ), державні наукові метрологічні центри, що належать до сфери управління ЦОВМ, територіальні (регіональні) органи ЦОВМ в містах обласного значення, державні служби: Державна служба єдиного часу і еталонних частот, Державна служба стандартних зразків складу та властивостей речовин і матеріалів, Державна служба стандартних довідкових

даних про фізичні сталі та властивості речовин і матеріалів. Головні організації та їх спеціалізацію за видами вимірювань і напрямками діяльності визначає Держспоживстандарт України.

До відомчих метрологічних служб відносяться: підрозділи міністерств (відомств), на які покладені функції метрологічної служби; метрологічні служби об'єднань підприємств; метрологічні служби, інші підрозділи, посадові особи на підприємствах і організаціях, незалежно від форм власності, на які в установленому порядку покладені роботи з метрологічного забезпечення.

З метою підвищення ефективності функціонування метрологічних служб підприємств та організацій підрозділи метрологічної служби можуть бути підпорядковані посадовій особі, яка керує технічною політикою підприємств (організацій). Роботи з метрологічного забезпечення на підприємствах і в організаціях відносяться до основних видів робіт. Для забезпечення організаційно-методичного керівництва та надання технічної допомоги на підприємстві й організації, які мають в метрологічній службі висококваліфікований персонал і сучасне технічне обладнання, покладаються функції головних і базових організацій метрологічних служб відповідних галузей. Головні та базові організації визначаються наказами міністерств (відомств). Права та обов'язки метрологічних служб міністерств (відомств), підприємств та установ, головних і базових організацій метрологічних служб визначаються положеннями, затвердженими їх керівниками за узгодженням з відповідними органами державної метрологічної служби.

Функції державної метрологічної служби. Законом України визначені основні функції метрологічної служби:

- встановлення з урахуванням завдань соціально-економічного розвитку України пріоритетних напрямів розвитку метрології;
- розроблення наукових, технічних, законодавчих та організаційних основ метрологічного забезпечення;
- організація проведення фундаментальних досліджень нових фізичних ефектів і уточнення значень фундаментальних фізичних констант з метою вдосконалення еталонної бази;
- встановлення одиниць фізичних величин, що допускаються до застосування;
- організацію робіт, що пов'язані з розробленням, зберіганням і підтриманням на сучасному рівні еталонної бази України;
- встановлення єдиного порядку передавання розмірів одиниць фізичних величин від державних еталонів засобам вимірювань;
- встановлення єдиних вимог щодо метрологічних характеристик засобів вимірювань і характеристик похибок вимірювань;
- державний метрологічний нагляд за розробкою, виробництвом, станом, застосуванням, метрологічною перевіркою, калібруванням, ремонтом, прокатом, продажем, імпортом і зберіганням засобів вимірювань, дотриманням метрологічних норм і правил, а також за діяльністю відомчих метрологічних служб;
- державний метрологічний нагляд за кількістю фасованих товарів в упаковках під час їх продажу та розфасування;

- застосування до підприємств і організацій правових і економічних санкцій за результатами державного метрологічного нагляду;
- стандартизацію норм і правил метрологічного забезпечення;
- розроблення та затвердження державних стандартів і інших нормативних документів із забезпечення єдності вимірювань;
- організацію державної повірки засобів вимірювань;
- встановлення порядку планування і проведення сертифікації, державних випробувань і метрологічної атестації засобів вимірювань;
- затвердження типів засобів вимірювань;
- ведення Державного реєстру засобів вимірювань, допущених до застосування в Україні;
- організацію розроблення та атестації методик виконання вимірювань;
- керівництво Державними службами стандартних довідкових даних про фізичні константи, властивості речовин і матеріалів, єдиного часу та еталонних частот;
- сприяння діяльності міністерств (відомств), підприємств і організацій, що спрямована на підвищення ефективності метрологічних робіт і забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань;
- погодження положень про метрологічні служби міністерств (відомств);
- акредитацію метрологічних служб, вимірювальних, випробувальних, аналітичних та інших лабораторій на право виконання метрологічних робіт;
- ліцензування на право виготовлення та імпорту (ввезення) засобів вимірювань;
- підготовку кадрів у галузі метрології і метрологічного забезпечення та підвищення їх кваліфікації;
- розроблення концепції участі України в роботі міжнародних організацій з метрології; а також реалізації міждержавних угод у галузі метрології і метрологічного забезпечення;
- виконання робіт, пов'язаних з взаємовизнанням результатів державних випробувань і затвердження типу, метрологічної повірки, калібрування та метрологічної атестації засобів вимірювань.

Головна організація із забезпечення єдності вимірювань в Україні здійснює:

- розроблення концепції забезпечення єдності вимірювань в Україні;
- розроблення наукових, методичних, організаційних і законодавчих основ забезпечення єдності вимірювань;
- координацію та виконання фундаментальних досліджень з теоретичних основ метрології, досліджень нових фізичних ефектів і уточнення фундаментальних фізичних констант з метою вдосконалення еталонної бази;
- створення та вдосконалення в закріплених видах вимірювань державних та вторинних еталонів, зразкових засобів вимірювань з урахуванням потреб економіки, в т.ч. і інтересів оборони;
- розроблення довгострокових програм створення та забезпечення функціонування державної еталонної бази;

- відтворення та зберігання в закріплених видах вимірювань одиниць фізичних величин, передавання їх розмірів ЗВТ, що належать державній та відомчим метрологічним службам;
- погодження положень про головні організації відомчих метрологічних служб;
- науково-методичне керівництво територіальними органами державної метрологічної служби і головними організаціями з видів вимірювань;
- розроблення законодавчих і нормативних документів, що регламентують норми та правила метрологічного забезпечення;
- аналіз стану метрологічного забезпечення закріплених видів вимірювань;
- сертифікацію, державні випробування та метрологічну атестацію ЗВТ в закріплених видах вимірювань;
- науково-методичне керівництво розробленням комплексних програм метрологічного забезпечення;
- метрологічну експертизу нормативних документів ДСВ;
- підготовку спеціалістів-метрологів вищої кваліфікації;
- виконання інших робіт, спрямованих на вдосконалення метрологічного забезпечення закріплених видів вимірювань або видів метрологічної діяльності;
- участь, за погодженням із Держспоживстандартом України, в роботі міжнародних організацій з метрології;
- виконання спільних науково-дослідних робіт з метрологічними організаціями інших країн.

Головні організації із видів вимірювань і видів метрологічної діяльності здійснюють в закріплених видах вимірювань і метрологічної діяльності:

- виконання фундаментальних досліджень нових фізичних ефектів з метою створення і удосконалювання методів і ЗВТ вищої точності; розроблення та удосконалення державних і вторинних еталонів та вихідних зразкових ЗВТ;
- відтворення та зберігання в закріплених видах вимірювань одиниць фізичних чин та передавання їх розмірів ЗВТ, що належать державній та відомчим службам;
- сертифікацію, державні випробування та метрологічну атестацію ЗВТ;
- розроблення нормативних документів на методи і засоби метрологічної перевірки ЗВТ;
- метрологічну експертизу нормативних документів із забезпечення єдності вимірювань;
- роботи з метрологічного забезпечення вимірювальних каналів, вимірювальних і програмних компонентів вимірювально-інформаційних систем та автоматизованих систем керування технологічними процесами;

– виконання інших робіт, спрямованих на вдосконалення метрологічного забезпечення закріплених видів вимірювань або видів метрологічної діяльності.

Державна служба єдиного часу і еталонних частот здійснює:

- відтворення і зберігання розмірів одиниць часу і частоти;
- формування і зберігання національних шкал атомного і координованого часу;
- визначення параметрів обертання Землі і передачу споживачам даних про ці параметри;
- передачу із заданою точністю еталонних сигналів частоти і часу каналами електрозв'язку і забезпечення споживачів цих сигналів офіційною довідковою інформацією;
- здійснення метрологічного контролю за відповідністю частотно-часової інформації, що передається, встановленим нормам і прийняття необхідних заходів для підтримування параметрів еталонних сигналів частоти і часу в заданих межах.

Державна служба стандартних зразків речовин і матеріалів здійснює:

- розроблення основних напрямів метрологічного забезпечення вимірювань складу і властивостей речовин і матеріалів на базі застосування стандартних зразків;
- координацію робіт із розроблення та виготовлення державних стандартах зразків;
- організацію робіт з метрологічного оцінювання та атестації методик виконання вимірювань складу і властивостей речовин і матеріалів із застосуванням стандартних зразків;
- виконання науково-дослідних робіт у галузі створення та застосування стандартних зразків;
- розроблення нормативних і методичних документів з питань стандартних зразків;
- акредитацію головних і базових організацій з розроблення стандартних зразків;
- експертизу, атестацію і затвердження стандартних зразків;
- інформаційне забезпечення підприємств і організацій з питань стандартних зразків;
- ведення реєстру державних стандартних зразків;
- участь у співробітництві із зарубіжними службами стандартних зразків.

Державна служба стандартних довідкових даних про фізичні константи, властивості речовин і матеріалів здійснює:

- встановлення і прогнозування потреби економіки України в довідковій інформації про властивості речовин і матеріалів;
- підготовку довідкової інформації про фізичні константи і властивості речовин і матеріалів;
- виконання науково-технічної експертизи і атестації стандартних довідкових даних;

- розроблення методичних і інших нормативних документів, що регламентують функціонування служби стандартних довідкових даних;
- виконання метрологічної експертизи нормативних документів з питань, які мають відношення до стандартних довідкових даних;
- координацію, науково-методичне і метрологічне забезпечення науково-дослідних робіт щодо визначення властивостей речовин і матеріалів, з систематизації та оцінювання вірогідності даних про властивості речовин і матеріалів, що публікуються в технічній літературі;
- виконання наукових досліджень у галузі вдосконалення методів одержання, оцінки вірогідності, систематизації, узагальнення і застосування даних про властивості речовин та матеріалів;
- інформаційне забезпечення підприємств і організацій України достовірними довідковими даними про фізичні константи та властивості речовин та матеріалів;
- участь у співробітництві з зарубіжними центрами даних і службами стандартних довідкових даних.

Територіальні органи державної метрологічної служби здійснюють на закріпленій за ними території:

- зберігання і підтримування на належному рівні робочих еталонів і вихідні зразкових ЗВТ та передавання розмірів одиниць фізичних величин зразковим і робочим ЗВІ державний метрологічний нагляд за розробленням, виробництвом, станом, метрологічною перевіркою, калібруванням, ремонтом, зберіганням і дотриманням метрологічних норм;
- державний метрологічний нагляд за кількістю фасованих товарів в упаковках і час їх продажу та розфасування;
- державні випробування ЗВТ;
- державну метрологічну перевірку та метрологічну атестацію ЗВТ;
- узгодження положень про базові організації метрологічних служб і метрологічні служби підприємств та організацій;
- виконання особливо точних вимірювань;
- підготовку та підвищення кваліфікації метрологів;
- аналіз стану вимірювань у регіоні;
- участь в атестації вимірювальних, випробувальних, аналітичних та інших лабораторій;
- акредитацію метрологічних служб і підрозділів підприємств і організацій незалежно від форм власності на право виконання метрологічних робіт;
- ліцензування діяльності підприємств та організацій незалежно від форм власності, а також громадян-суб'єктів підприємницької діяльності на право ремонту, прокату і продажу, відомчої метрологічної перевірки та калібрування ЗВТ;
- інформаційне забезпечення відомчих метрологічних служб регіону з питань метрологічного забезпечення;
- виконання інших робіт із метрологічного забезпечення.

ТЕСТИ

1. Вимірювання і їх роль в теорії пізнання. Забезпечення єдності та потрібної точності вимірювань.
2. Суть і необхідність існування законодавчої метрології.
3. Поняття про метрологічне забезпечення та його основи.
4. Мета та основні завдання метрологічного забезпечення.
5. Поняття фізичної величини. Види величин. Поняття та види одиниць фізичних величин. Принципи побудови систем одиниць. Розмірності фізичних величин.
6. Еталони одиниць фізичних величин.
7. Види засобів вимірювальної техніки. Класифікація ЗВТ.
8. Види і методи вимірювань. Структурні схеми і основні характеристики засобів вимірювань.
9. Різновиди похибок. Загальні методи оцінювання похибок.
10. Структура та функції метрологічної служби України.
11. Метрологічна експертиза технічної документації.
12. Метрологічна експертиза конструкторської документації.
13. Метрологічна перевірка засобів вимірювальної техніки.
14. Мета, об'єкти та види державного контролю і нагляду.
15. Державний метрологічний нагляд за забезпеченням єдності вимірювань.
16. Похибки вимірювань та їх види. Систематичні і випадкові похибки.
17. Загальні методи зниження похибок вимірювання.
18. Що таке метрологія.
19. Що таке засіб вимірювання.
20. Принцип Аббе.
21. Точки Ейрі і Бесселя.
22. Паралакс.
23. «Золоте» правило метрології.
24. Основні постулати метрології.

3.1 Коротка історія сертифікації

«Сертифікат» в перекладі з латині означає «зроблено вірно». Хоча термін «сертифікація» став відомий в повсякденному житті і комерційній практиці порівняно недавно (у останнє десятиріччя), проте, сертифікація як процедура застосовується давно і термін «сертифікат» відомий з XIX сторіччя.

Так, енциклопедичний словник Ф.А. Брокгауза і І.А. Ефрона, виданий в 1900 р., трактує сертифікат як «посвідчення», а економісти визначають сертифікат як «грошове свідоцтво на певну суму» або як «облігацію спеціальної державної позики». Є відомості про те, що виробники товарів відвіку гарантували якість своїх виробів, у тому числі письмово, тобто забезпечували їх (по сучасній термінології) «заявами про відповідність».

У метрології сертифікація давно відома як діяльність по офіційній перевірці і тавруванню (або пломбуванню) приладу (вагів, гирь). Таврування свідчить про те, що прилад задовольняє сертифікаційним вимогам по його конструктивних і метрологічних характеристиках.

Протягом декількох століть діють так звані "класифікаційні організації", які, будучи неурядовими і незалежними організаціями, оцінюють безпеку судів для цілей їх страхування. По суті, це теж сертифікація третьою стороною – сертифікація відповідності. Прикладом класифікаційної організації є Регістр Ллойда – авторитетна міжнародна організація, яка має представництва в 127 країнах світу і протягом двох століть залишається світовим лідером.

Провідні економічні держави почали розвивати процеси сертифікації в 20÷30-і роки XX сторіччя. У 1920 р. Німецький інститут стандартів (DIN) заснував в Німеччині знак відповідності стандартам DIN, зареєстрований у ФРН відповідно до закону про захист торгівельних знаків. Сертифікація в Україні почала проводитися в 1993 р. відповідно до закону України "Про захист прав споживачів", який встановив обов'язковість сертифікації безпеки товарів народного вжитку. Система сертифікації – сукупність правил виконання робіт по сертифікації, її учасників і правил функціонування системи сертифікації в цілому. Українська державна система сертифікації УкрСЕПРО була призначена для проведення обов'язкової і добровільної сертифікації продукції (процесів, послуг) і оформлена в стандартах ДСТУ 3410-96, ДСТУ 3420-96 і ДСТУ 3498-96. Державна сертифікація продукції в Україні ділилася на обов'язкову і добровільну. *Обов'язкова сертифікація* – сертифікація, яка відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів і проводилася виключно в державній системі сертифікації.

Обов'язкова сертифікація включала перевірку і випробування продукції для визначення її характеристик і подальший державний нагляд за сертифікованою продукцією. Обов'язкова сертифікація проводилася акредитованими випробувальними лабораторіями (центрами). Обов'язковій сертифікації підлягала продукція, на яку поширюються обов'язкові вимоги стандартів або інших нормативних документів, окрім вимог, які забезпечують безпеку продукції для

життя, здоров'я і її сумісність і взаємозамінюваність, охорону природного середовища. Існував перелік продукції, яка підлягала обов'язковій сертифікації, затверджений Держстандартом України.

Добровільна сертифікація проводилася за ініціативою заявників (виготівників, продавців, виконавців) в цілях підтвердження відповідності продукції вимогам стандартів, технічних умов, рецептур і інших документів, визначуваних заявником. *Добровільній сертифікації* підлягала продукція, на яку відсутні обов'язкові до виконання вимоги по безпеці. В той же час її проведення обмежувало доступ на ринок неякісних виробів за рахунок перевірки таких показників, як надійність, естетичність, економічність і ін. Вона в першу чергу була спрямована на боротьбу за клієнта на ринку.

Порядок проведення сертифікації продукції включає:

- надання на розгляд заявки на сертифікацію продукції;
- аналіз наданої документації;
- ухвалення рішення по заявці і визначення схеми (моделі) сертифікації;
- дослідження виробництва;
- атестація виробництва продукції, яка підлягає сертифікації, а також сертифікація систем якості, якщо це передбачається схемою сертифікації;
- відбір, ідентифікація зразків продукції і їх випробування;
- аналіз отриманих результатів і ухвалення рішення про можливість видачі сертифікату відповідності і надання ліцензії;
- видача сертифікату відповідності, надання ліцензії і внесення сертифікованої продукції в реєстр Державної системи сертифікації;
- технічний нагляд за сертифікованою продукцією під час її виготовлення;
- інформація про результати робіт по сертифікації.

Підсумком роботи по сертифікації було підтвердження відповідності продукції (процесу, послуги) вимогам стандарту або іншим нормативним документам у вигляді сертифікату відповідності або знаку відповідності.

Були встановлені такі зображення національного знаку відповідності:

– для продукції, яка відповідає обов'язковим вимогам нормативних документів, а також вимогам, які передбачені законодавчими актами України, по яких встановлена *обов'язкова сертифікація* (рис. 3.1, а);

– для продукції, яка відповідає всім вимогам нормативних документів, які поширюються на дану продукцію, *добровільна сертифікація* (рис. 3.1, б).



а)



б)

а – обов'язкова сертифікація; б – добровільна сертифікація

Рисунок 3.1 – Національні знаки обов'язкової добровільної сертифікації

В системі УкрСЕПРО здійснювалися такі види діяльності:

- сертифікація продукції (процесів, послуг);
- сертифікація систем управління якістю;
- сертифікація систем управління навколишнім середовищем;
- сертифікація систем управління безпекою харчових продуктів;
- атестація виробництв;
- атестація аудиторів із сертифікації.

При обов'язковій сертифікації перевірки підлягали такі групи показників:

- безпеки;
- сумісності і взаємозамінності;
- енерго- і ресурсозбережності;
- вплив на охорону навколишнього середовища.

Вимоги до органів із сертифікації систем управління були встановлені ДСТУ 3420-96. Органи із сертифікації персоналу виконували такі функції:

- видавали сертифікати аудиторів;
- здійснювали визнання сертифікатів аудиторів, виданих в зарубіжних системах сертифікації.

Вимоги до органів із сертифікації персоналу встановлені в ГОСТ 30488-97 і ISO 17024:2003.

Випробувальні лабораторії (центри), яким доручено проведення сертифікаційних випробувань, виконували такі основні функції:

- за дорученням органу із сертифікації випробували продукцію, що підлягає сертифікації, і видавали протоколи випробувань;
- брали участь за пропозицією органу із сертифікації в проведенні технічного нагляду за виробництвом сертифікованої продукції, а за дорученням національного органу України із сертифікації – в проведенні інспекційного контролю.

Вимоги до випробувальних лабораторій (центрів) були встановлені ДСТУ 3412-96. Аудитори із сертифікації залучалися органами із сертифікації до проведення сертифікації продукції, атестації і обстеження виробництва, оцінки систем управління якістю. Атестація аудиторів здійснювалася відповідно до ДСТУ 3418-96.

За результатами технічного нагляду орган із сертифікації мав право призупинити дію сертифіката в таких випадках:

- виявлення невідповідності системи якості вимогам стандартів та системи якості;
- наявність обґрунтованих претензій споживачів даної продукції;
- виявлення неправильного використання сертифіката;
- виявлення порушень чи правил процедур, встановлених органом із сертифікації.

Орган із сертифікації анулював сертифікат відповідності на систему якості в таких випадках:

- якщо результати технагляду свідчили про принципову невідповідність системи якості діючим вимогам;
- якщо у випадку зміни правил системи сертифікації виробник не може забезпечити відповідності новим вимогам;

- якщо виробник протягом тривалого терміну не поставляє продукцію;
- якщо виробник не виконав фінансових зобов'язань перед органом з сертифікації;
- наявність офіційного прохання виробника.

3.2 Сучасні зміни в системі сертифікації України

З 1 січня 2018 року припиняє своє існування Державна система сертифікації (раніше вона називалася УкрСЕПРО) відповідно до Декрету Кабінету Міністрів України №46-93.

Скасування державної системи сертифікації не позбавляє можливості підтвердити якість продукції сертифікатом, а навпаки, полегшує виробникам можливість його отримання. В системі УкрСЕПРО виробники ставилися в рамки вимог ГОСТів, багато з яких втратили свою актуальність, і не було можливості від них відступити. Якщо продукція не вписувалася в ці рамки, то вона просто не могла потрапити на ринок. Всі сертифікати вносилися до єдиного державного реєстру сертифікованої продукції.

Основна відмінність між добровільною і обов'язковою сертифікацією УкрСЕПРО полягає в тому, що виробник або продавець самостійно вибирає ті характеристики своєї продукції, які він хоче підтвердити перед споживачем, або ринком в цілому.

Вже багато років в західних країнах існує практика добровільної сертифікації. Аналогічний підхід до сертифікації почали впроваджувати і в Україні вже в 2001 році. За аналогією з європейськими країнами, в Україні створено Національне агентство з акредитації (НААУ), яке наділяє повноваженнями проводити роботи з сертифікації продукції ті органи сертифікації (вони можуть бути як державними, так і приватними), які підтвердили свою технічну компетентність і мають в своєму штаті компетентний персонал. Технічна компетентність органу з сертифікації (ОС) підтверджується Атестатом акредитації, в якому вказується продукція, на яку він може оформити сертифікат відповідно до міжнародних практик проведення робіт по сертифікації. Варто відзначити, що НААУ є членом Міжнародного форуму з акредитації (IAF) та Європейської асоціації з акредитації (EA), що гарантує визнання сертифіката, виданого в Україні у всій Європі і ще більш ніж в 40 країнах світу. Тепер процедури оформлення сертифіката в Україні ідентичні європейським, а це важливий крок для вітчизняних виробників до відкриття європейських і світових ринків.

З 1 січня 2018 року відкривається нова сторінка в сфері сертифікації, коли не держава, а ринок буде регулювати якість продукції, а на заміну сертифікації УкрСЕПРО зразка 1993 року актуальності набуває сертифікат відповідності, виданий акредитованим органом.

Мінекономрозвитку роз'яснило, як діятиме система сертифікації у 2018 р. у зв'язку з переходом до європейських стандартів. Нагадаємо: із 01.01.18 р. утратив чинність Декрет КМУ «Про стандартизацію і сертифікацію» від

10.05.93 р. № 46-93. У зв'язку із цим Мінекономрозвитку у своєму листі зробило такі висновки:

1. З 01.01.18 р. відсутні правові підстави провадження органами із сертифікації діяльності як призначених органів із сертифікації в державній системі сертифікації.

2. Документи, видані призначеними органами із сертифікації, діятимуть не пізніше ніж до 01.01.19 р.

Таку дату вказано економічним відомством неспроста. Це пов'язано з тим, що у Верховній Раді України зареєстровано проект Закону України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо технічних регламентів та оцінки відповідності» (реєстраційний № 6235 від 11.04.17 р.). Він передбачає, що сертифікати відповідності продукції та послуг, сертифікати на систему управління й персонал, а також свідоцтва про визнання відповідності, видані в державній системі сертифікації, є чинними до закінчення терміну їх дії, *але не пізніше 1 січня 2019 р.*, якщо іншого не передбачено технічними регламентами, дія яких поширюється на відповідну продукцію.

3. Знак відповідності державної системи сертифікації можна використовувати лише стосовно продукції, на яку є чинними документи, видані до 01.01.18 р., форма якого, а також правила й умови його нанесення мають бути визначені у відповідних ліцензійних угодах, укладених між органами із сертифікації та заявниками на сертифікацію.

4. У Реєстрі державної системи сертифікації містяться відомості, унесені лише до 29.12.17 р. включно. При цьому, якщо за результатами проведення технічних наглядів за сертифікованою продукцією, послугами, системами управління, атестованими виробництвами органи із сертифікації прийматимуть відповідні рішення щодо анулювання, призупинення чи поновлення дії документів державної системи сертифікації, виданих до 29.12.17 р. включно, вони мають за запитами заінтересованих сторін надавати інформацію про актуальний статус цих документів.

На заміну сертифікації УкрСЕПРО приходить сертифікат, виданий акредитованим органом. З 2018 року обов'язкове проведення оцінки відповідності вимогам технічних регламентів (згідно ЗУ «Про технічні регламенти та процедури оцінки відповідності») *Технічний регламент* – документ, що встановлює обов'язкові вимоги до об'єктів технічного регулювання (продукції, в т.ч. будівель, конструкцій, процесів виробництва, експлуатації, зберігання і т.д.).

Виробник продукції складає декларацію про відповідність на підставі протоколу випробувань введених в обіг товарів, які є об'єктами технічних регламентів:

- побутова техніка
- телекомунікаційне обладнання
- побутова електронна апаратура
- освітлювальні прилади
- електроінструменти
- іграшки, обладнання для відпочинку та спорту

- медичні вироби
- пристрої моніторингу і контролю
- автоматичні пристрої роздачі і дозування продукції.

У випадку, якщо імпортер або виробник хоче підтвердити якість посуду, або акумуляторів, наприклад, – необхідно отримати добровільний сертифікат відповідності, оскільки немає технічних регламентів, що визначають вимоги безпеки до даної продукції.

Принциповою відмінністю декларації від сертифікату є те, що при декларуванні відповідності виробник (імпортер) або уповноважена ним особа (а не орган по сертифікації) під свою повну відповідальність документально засвідчує, що продукція відповідає встановленим законодавством вимогам. **Декларація про відповідність** може бути складена в довільній формі, але враховуючи, що для підтвердження відповідності техрегламентам необхідно проводити випробування продукції, частенько декларації видають і реєструють акредитовані органи сертифікації на підставі протоколу випробувань під відповідальність заявника .

На харчову продукцію видаються лише сертифікати відповідності або звіт санітарно-епідеміологічної оцінки, а також поширюється техрегламент про правила маркіровки харчових продуктів.

Отже, і сертифікат відповідності, і декларація про відповідність технічним регламентам мають однакову юридичну силу в питанні підтвердження якості і безпеки продукції, і в більшості випадків їх видає один орган сертифікації. Необхідно лише дотримуватися актуальних нормативних і законодавчих вимог до якості і безпеки продукції і методів їх контролю.

Сертифікація – процедура, за допомогою якої третя сторона дає письмову гарантію, що продукція (процес, послуга) відповідає даним вимогам.

Сертифікація продукції є одним з шляхів забезпечення високої якості продукції, підвищення наукової і торговельно-економічної співпраці між країнами, зміцнення довіри між ними.

Система сертифікації – сукупність правил виконання робіт по сертифікації, її учасників і правил функціонування системи сертифікації в цілому. *Оцінка відповідності* – пряме або непряме визначення дотримання вимог до об'єкту.

Підтвердження відповідності – документальне посвідчення відповідності продукції або інших об'єктів, процесів виробництва, експлуатації, зберігання, перевезення, реалізації і утилізації, виконання робіт або надання послуг вимогам стандартів або умовам договорів.

Форма підтвердження відповідності – певний порядок документального посвідчення відповідності продукції або інших об'єктів, процесів виробництва, експлуатації, зберігання, перевезення, реалізації і утилізації, виконання робіт або надання послуг вимогам стандартів або умовам договорів.

Сертифікат відповідності – документ, що засвідчує відповідність об'єкту вимогам, положенням стандартів або умовам договорів.

Відповідно до закону України сертифікація здійснюється в цілях:

- свідчення відповідності продукції, процесів виробництва, експлуатації, зберігання, перевезення, реалізації і утилізації, робіт, послуг або інших об'єктів технічним регламентам, стандартам, умовам договорів;
- сприяння споживачам в компетентному виборі продукції, робіт, послуг на українському і міжнародному ринках;
- створення умов для забезпечення вільного переміщення товарів по території України, а також для здійснення міжнародного економічного, науково-технічного співробітництва і міжнародної торгівлі.

3.3 Роль сертифікації в підвищенні якості продукції. Конкурентоспроможність

Корінне підвищення якості продукції в сучасних умовах є одному з ключових економічних і політичних завдань. Саме тому на її рішення направлена сукупність таких заходів, як стандартизація, державний нагляд за її якістю, вдосконалення системи розробки і постановки продукції на виробництво, організація всебічних випробувань продукції, нарешті, її сертифікація. У сертифікації зацікавлені не лише виготівник (з метою підвищення конкурентоспроможності своїх товарів) а і споживач (з метою здобуття гарантій відповідності певних характеристик виробів заявам виготівника), але і громадські і приватні виробничі, споживчі і науково-технічні організації, уряди більшості країн і навіть міжурядові організації.

Конкурентоспроможність товару є не що інше, як можливість його успішного продажу на даному ринку в певний момент часу. На сучасному ринку лише той товар виявляється конкурентоздатним, який створюється з розрахунку на певного покупця. Непроданий товар не може вважатися якісним товаром, навіть якщо відповідає стандарту, якщо технологія його виробництва відпрацьована, а виготівник високо його оцінив.

Працювати на споживача, добиватися такої якості, яка йому необхідна, тобто керувати якістю, як показала практика процвітаючих фірм, можна тоді, коли система якості створюється на базі дослідження ринку.

Конкурентоспроможність залежить від ряду чинників: якості товару і його новизни; ціни товару; умов платежу; терміну постачання товару; організації реклами і витрат на неї; розміру податків і митного обкладення; насиченості ринку аналогічними товарами; платоспроможності населення; рівня технічного обслуговування; наявності на ринку запасних частин і. т. і.

Часто конкурентоспроможність товару визначається ще і такими чинниками, як витрати споживачів на експлуатацію виробів, їх звички, мода («імідж»), політична обстановка (для товарів, що експортуються).

Проте основними показниками конкурентоспроможності стали якість товару і його новизна. Зараз обов'язковою умовою для виживання фірми або навіть цілої галузі промисловості вважається наступне: «Конкурентоздатна якість – ключ до комерційного успіху». Так, при обстеженні 200 крупних фірм США 80% опитаних відповіли, що якість виробів є основним чинником для реалізації товару за вигідною ціною. Жодна фірма не поставила ціну товару на перше місце.

Для дослідження ринку і аналізу діяльності фірми необхідно мати критерії оцінки рівня конкурентоспроможності товару. Проте різноманіття чинників, що впливають на конкурентоспроможність продукції, утрудняє визначення кількісного його значення за всіма показниками одночасно. Тому часто для цього використовують економічні показники.

Оцінка конкурентоспроможності товару вимагає вивчення і аналізу ряду чинників: вимог зовнішнього і внутрішнього ринку, і перш за все до якості виробів, що реалізуються на нім; основних напрямів створення і виготовлення продукції, що має попит на зовнішньому і внутрішньому ринку; перспектив продажу конкретних виробів; цін на продукцію, призначену на продаж; можливості атестації і сертифікації продукції; рівня і якості реклами товару, пропонованого споживачеві (у тому числі і іноземному).

У основу розрахунку економічних показників конкурентоспроможності товару може бути покладене зіставлення повних витрат споживача, що складаються з одноразових і експлуатаційних (поточних) витрат.

Одноразові витрати включають витрати на придбання продукції (контрактна ціна), митні збори і інші збори, витрати на транспортування, монтаж і налагодження.

Експлуатаційні (поточні) витрати включають оплату праці обслуговуючого персоналу, витрати на паливо і енергію, витрати на ремонт і т.і.

Один з методів комплексної оцінки рівня конкурентоспроможності заснований на зіставленні інтегральних показників якості оцінюваної і базової продукції. Існує ряд інших методів оцінки конкурентоспроможності продукції, наприклад: ціновий, за порівняльною вартістю, по порівняльній прибутковості.

При ціновому методі товар вважається конкурентоздатним, якщо його ціна, дизайн і якість не поступаються таким же характеристикам товарів-аналогів, представлених на ринку. Конкурентоспроможність за порівняльною вартістю розуміється як порівняльна вартість одиниці праці в оброблювальній промисловості порівнюваних фірм, підрахована в одній валюті. *Мірою конкурентоспроможності по порівняльній прибутковості є норма прибутку компанії.* У зв'язку із загостренням конкурентної боротьби поняття «конкурентоспроможність» часто поширюється не лише на товар, але і на підприємство, компанію або навіть на країну. Найчастіше необхідність в оцінці конкурентоспроможності виникає ще до появи нової продукції, тобто на етапі її проектування і розробки. Саме на цьому етапі закладається до 80% майбутніх експлуатаційних витрат споживача. Важливим аспектом конкурентоспроможності виробу є ступінь його новизни і відповідності вимогам споживача. Даний показник визначається інтенсивністю науково-дослідних робіт і перш за все – в області машинобудування. Однією з тенденцій визначення конкурентоспроможності товарів, що з'явилися останнім часом, і, відповідно, їх продуцентів є оцінка на основі патентної інформації. 80% інформації, що міститься в патентах на винаходи, неможливо знайти ні в яких інших джерелах. Інформація про патентування винаходів конкуруючою компанією дуже важлива для підприємства в його конкурентній боротьбі.

На сьогодні жодна країна не в змозі по всіх видах промислового устаткування знаходитися на рівні сучасних вимог. Тому прагнуть до зосередження зусиль на створенні обмеженої номенклатури такої продукції, яка може знайти попит і реалізація якої дозволить отримати максимум прибутку. Звідси висока міра концентрації і спеціалізації науково-технічних робіт і досліджень, об'єднання капіталів, розширення міжнародної науково-виробничої кооперації окремих фірм або навіть країн.

Так, в багатьох країнах проводиться в життя реформа відносно управління якістю продукції, в основі якої лежить використання іноземного досвіду управління стосовно типових для країни умов. Там широко упроваджується «загальний контроль якості» (TQC – total quality control), причому критерієм успіху підприємства вважається конкурентоспроможність його продукції на зовнішньому ринку. Введення TQC зажадало в корпораціях перебудови підходу до розуміння проблеми управління якістю у всіх ланках виробництва, а також в службах маркетингу і сервісу.

Для проведення в життя ефективної стратегії якості фірма повинна зробити конкретні заходи в трьох напрямках, кожне з яких веде до фундаментального зміцнення економічного стану фірми, а всі разом дають вирішальні переваги в конкурентній боротьбі на ринку:

- створення сучасної програми поліпшення якості. Мета – досягнення першості в рівні якості продукції серед конкурентів на ринку;

- здійснення цієї програми (заходи щодо поліпшення якості повинні проводитися систематично в напрямках маркетингу, виробництва і подальшого обслуговування);

- постійна оцінка досягнутих результатів в двох напрямках: визначення міри задоволення споживача якістю товару і підрахунок повної вартості досягнення цього задоволення.

Промисловець-виготівник повинні випереджати запити покупця відносно якості виробів і пропонувати йому товари з абсолютно новими властивостями, які споживач деколи навіть не може собі уявити.

ТЕСТИ

1. *Основними принципами державної політики у сфері підтвердження відповідності є:*

- а) забезпечення ідентичних процедур підтвердження відповідності продукції вітчизняного та іноземного походження;
- б) забезпечення рівності прав, законних інтересів усіх зацікавлених сторін;
- с) застосування гармонізованих з міжнародними та європейськими стандартами вимог щодо акредитації.

2. *Обов'язки виробників продукції, яка підлягає підтвердженню відповідності:*

- а) реалізувати продукцію за умовами наявності копії сертифіката відповідності та/або копії декларації про відповідність чи копії свідоцтва про визначення відповідності в порядку, визначеному законодавством;
- б) сприяти проведенню всіх процедур підтвердження відповідності, встановлених для конкретного виду продукції;
- с) наносити на продукцію національний знак відповідності в законодавчо регульованій сфері.

3. *Процедура, за допомогою якої третя сторона дає письмову гарантію, що послуга, або об'єкт відповідає заданим вимогам:*

- а) стандартизація;
- б) уніфікація;
- с) сертифікація.

4. *Добровільна сертифікація продукції проводиться за:*

- а) рішенням уряду;
- б) бажанню виготівника;
- с) завданням контролюючих органів.

5. *Технічний регламент:*

- а) документ, що встановлює обов'язкові вимоги до об'єктів технічного регулювання (продукції, в т.ч. будівель, конструкцій, процесів виробництва, експлуатації, зберігання і т.д.);
- б) документ, що встановлює вимоги до технологічного процесу виготовлення продукції, а також вимоги до представлення продукції на міжнародному ринку;
- с) документ, що встановлює вимоги до технічного завдання проектування даної продукції з урахуванням галузевих та національних стандартів.

6. *Форма підтвердження відповідності:*

- а) документальне посвідчення керівного органу про особливості та властивості даної продукції та її відповідність технічному завданню;
- б) певний порядок документального посвідчення відповідності продукції або інших об'єктів, процесів виробництва, експлуатації, зберігання, перевезення, реалізації і утилізації, виконання робіт або надання послуг вимогам стандартів або умовам договорів;
- с) певний порядок документального посвідчення перевірок контролюючих органів, які стежать за виконанням вимог державних стандартів та постанов уряду при виготовленні продукції або наданню послуг.

7. Принципова відмінність декларації від сертифікату:

- a) декларація відповідності надає можливість виконувати імпорту продукції або послуг;
- b) при декларуванні відповідності виробник (імпортер) має право документально засвідчувати якість своєї продукції або наданих послуг як у країні так і за її кордоном;
- c) при декларуванні відповідності виробник (імпортер) або уповноважена ним особа (а не орган по сертифікації) під свою повну відповідальність документально засвідчує, що продукція відповідає встановленим законодавством вимогам.

8. Чи можливо складання декларації відповідності в довільній формі?

- a) тільки за дозволом держстандарту України;
- b) так;
- c) ні.

9. Мета сучасної сертифікації в Україні:

- a) свідчення відповідності процесів виробництва, контролю якості застосованих матеріалів, відповідності устаткування для виготовлення продукції згідно конструкторської документації, необхідність акредитації інженерного персоналу і робітників виробництва та кваліфікаційний відбір кращих робітників;
- b) свідчення відповідності продукції, процесів виробництва, експлуатації, зберігання, перевезення, реалізації і утилізації, робіт, послуг або інших об'єктів технічним регламентам, стандартам, умовам договорів;
- c) свідчення відповідності продукції, процесів виробництва, експлуатації.

10. Чи зацікавлений у сертифікації споживач продукції та послуг?

- a) ні;
- b) так;
- c) якщо продукція імпортується.

4.1 Методи неруйнівного контролю

Класифікація методів неруйнівного контролю [20, 23, 26]

Залежно від характеру дії на матеріал зразка або виробу всі різноманітні методи контролю якості зварних з'єднань можуть бути поділені на дві основні групи: методи контролю без руйнування зразків або виробів – *неруйнівний контроль* і методи контролю з руйнуванням зразків або виробничих зварних стиків – *руйнівний контроль*. Обидві групи методів контролю регламентуються відповідними нормативними документами.

Група методів контролю, об'єднана загальними фізичними характеристиками, складає вид контролю.

Всі види неруйнівного контролю згідно з ГОСТ 18353 – 79 класифікуються за наступними п'ятьма основними ознаками:

- 1) за характером фізичних полів або випромінювань, що взаємодіють з контрольованим об'єктом;
- 2) за характером взаємодії фізичного поля або речовини з контрольованим об'єктом;
- 3) за первинними інформативними параметрами даних методів контролю;
- 4) за способами індикації первинної інформації;
- 5) за способами представлення остаточної інформації.

Всі методи неруйнівного контролю підрозділяються згідно із стандартом на наступні десять видів: **акустичний, капілярний, магнітний, оптичний, радіаційний, радіохвильовий, тепловий, течешуканням, електричний, електромагнітний (вихрових струмів)**. Дуже важливий вид контролю – **візуально-оптичний (візуально-вимірювальний, ДСТУ ISO 17637 – 2003, ДСТУ EN 13018 – 2005)**.

Для контролю якості зварних з'єднань можуть бути застосовані всі перераховані види, проте найбільш широке застосування на практиці знайшли методи п'яти з них – акустичного, капілярного, магнітного, радіаційного і течешуканням. До неруйнівних видів контролю слід віднести й контроль зовнішнім оглядом і виміром, який має істотне значення для отримання якісних зварних конструкцій.

Кожен вид контролю має свою оптимальну область застосування, відрізняється певними перевагами й недоліками. Тому якнайповнішу інформацію про якість виробу можна отримати поєднанням різних видів контролю.

4.2 Візуально-оптичний контроль

При проведенні візуально-оптичного контролю зварні шви перевіряють зовнішнім оглядом, виявляючи всі нерівності по висоті і ширині, неповномірність, непроварення кореня шва, подрізи, тріщини, шлакові включення, крупні пори. Візуально-оптичний контроль, як вид неруйнівного контролю, охоплює область застосування згідно з ГОСТ 23479–79 «Контроль

неразрушаючий. Методи оптического контроля. Общие требования». Методи оптичного виду контролю засновані на застосуванні електромагнітного випромінювання в діапазоні хвиль від 10^{-5} до 10^3 мкм (нормативні документи ДСТУ ISO 17637–2003, ДСТУ EN 13018–2005). Методи оптичного контролю наведені в табл. 4.1

Таблиця 4.1 – Методи оптичного контролю і галузь застосування

Назва методу	Область застосування	Чинники, що обмежують область застосування	Контрольовані параметри	Чутливість	Похибка, %
Візуальний	Дефектоскопія, контроль форми	Діапазон довжин хвиль повинен бути 0,38...0,76 мкм	Дефектність, відхилення від заданої форми	0,1 мм	—
Візуально-оптичний	Дефектоскопія за допомогою мікроскопів, стереоскопія, ендоскопія	Мінімальна яскравість зображення 1 кд/м ²	Розміри виробів, дефектність, відхилення від заданої форми	0,6 λ (λ -довжина хвилі)	0,1...1,0
Інтерферометричний	Оптична товщинометрія, контроль форми полірованих виробів, аналіз шорсткості	Застосовується тільки для полірованих поверхонь	Сферичність, площинність, товщина	0,1 λ	0,1
Дифракційний	Контроль розмірів тонких волокон, форми гострих крайок, структури	Розміри дефектів повинні бути порівнянні з довжиною хвилі	Діаметри волокон, розміри дефектів, гострих крайок	0,1 λ	1,0

На вигляд зварні шви повинні задовольняти наступним вимогам: мати гладку або дрібнолускату поверхню (без напливів, пропалень, звужень і перерв) і плавний перехід до основного металу; наплавлений метал повинен бути щільним по всій довжині шва, без тріщин, скупчень і ланцюжків поверхневих пор (окремо розташовані поверхневі пори допускаються); підрізи основного металу допускаються завглибшки не більше 0,5 мм при товщині сталі до 10 мм і не більше 1 мм при товщині сталі понад 10 мм (нормативи контролю для кожного виробу можуть бути встановлені спеціально) [26].

Допустимі відхилення в розмірах перетинів зварних швів і дефекти зварювання металевих конструкцій не повинні перевищувати величин, вказаних у відповідних стандартах, нормативах.

Принцип дії та основний результат – огляд за допомогою оптичних засобів поверхонь об'єкту контролю на наявність дефектів і аномалій; здійснюється як незалежно, так і у поєднанні з іншими методами контролю.

Фізичні основи методу

Зондуюче середовище, або джерело енергії – видима область спектру (довгохвильова ультрафіолетова область спектру з флуоресцентними матеріалами).

Характер сигналу або інформаційні характеристики – відбите випромінювання, розсіяне та індуковане.

Спосіб детектування, або прийняття – оптичні засоби, збільшувальні стекла, бороскопи (рис. 4.2), відео- і фотокамери.

Спосіб індикації, або реєстрації – візуальне зображення.

Метод розшифрування – аналіз зображення; використовується у поєднанні з іншими методами для безпосередньої розшифровки (капілярний, частинками, що фільтруються, магнітопорошковий).

Цілі використання

Виявлення дефектів типу порушення суцільності – тріщини, раковини, пори і включення.

Зовнішній вигляд і форма зварного шва. Вимірювання розмірів і метрологія – вимірювання механічними засобами.

Визначення фізико-механічних властивостей – жорсткість, зерно, твердість і плівка.

Визначення компонентного і хімічного складу.

Визначення динамічних характеристик – видимі реакції напруженого шару метала.

Області використання

Контрольовані матеріали – необмежене коло матеріалів. Об'єкти контролю і технологічні операції – поверхні, шари метала, зварні шви, цілі об'єкти, контроль і регулювання у виробничій лінії і поза нею.

Діагностика – всі види технологічних операцій і випробувань.

Обмеження

За технологічністю – візуальний доступ. Зазвичай потрібні спеціальні оптичні засоби.

За розшифровкою – потрібне додаткове застосування інших методів контролю для розрізнення, виявлення і вимірювання дефектів.

За чутливістю, або ступенем розпізнавання – різні кратності збільшення.

Споріднені методи контролю – бороскопія, рефрактометрія, дифрактометрія, інтерферометрія, рефлектометрія, мікроскопія.

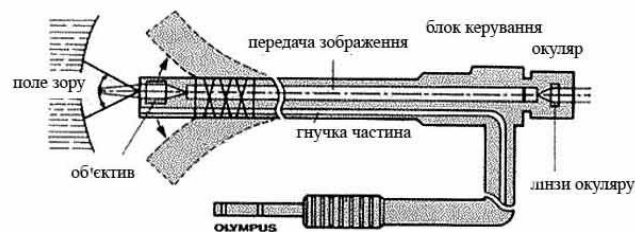
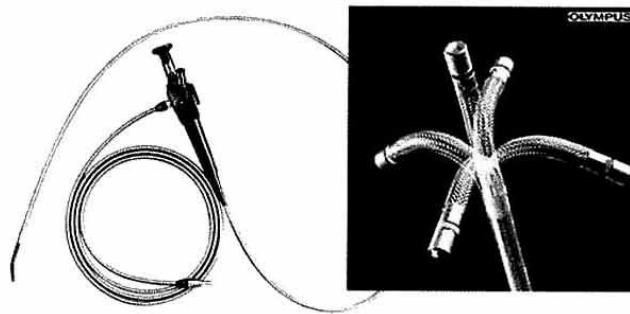
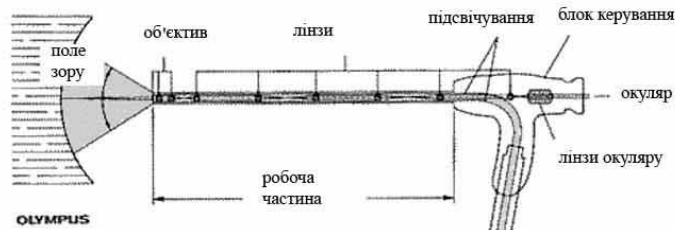
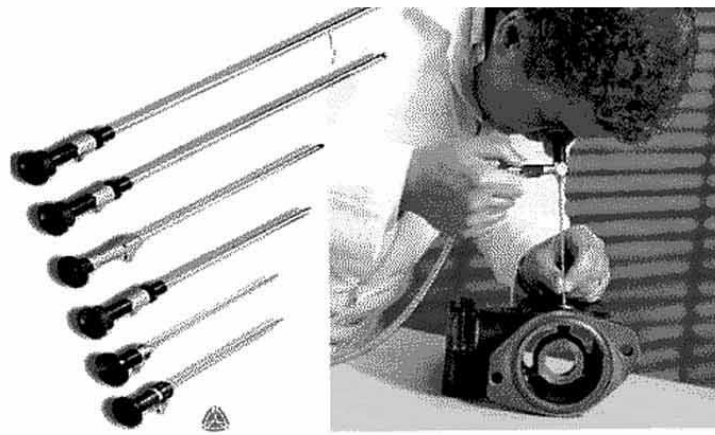


Рисунок 4.2 – Види ендоскопів (бороскопів)

Бороскоп (технічний ендоскоп) – це оптичний прилад, призначений для візуального контролю внутрішніх порожнин різних машин і механізмів без їх розбирання згідно з ГОСТ 24521–80 «Контроль неразрушающий оптический».

Терміни і визначення. Ендоскоп – це оптичний прилад, що має освітлювальну систему і призначений для огляду внутрішніх поверхонь об'єкту контролю. Основа **технічного ендоскопа** – оптична система, що складається з робочої частини з оптичними волокнами, за допомогою яких зображення передається від об'єкту до окуляра приладу. Щоб зробити зображення видимим, об'єкт, якій вивчається, необхідно освітити. Для цього в конструкції бороскопа

застосовують освітлювальну систему, що включає освітлювач з джерелом світла і кабель світлопроводу для передачі світла від освітлювача до об'єкту. Саме це і дозволяє розглядіти дефектні деталі в «непроглядній темноті» моторів і агрегатів.

Для проведення візуально-оптичного контролю доцільно використовувати комплект спеціального інструменту. У комплект фахівця візуально-оптичного контролю входять:

- ✓ Універсальний шаблон зварника УШЗ-3, призначений для контролю елементів оброблення під зварний шов, електродів і елементів зварного шва. 1 шт.

- ✓ Лупа ЛП-3-6Х (трикратна) для проглядання деталей, дрібних предметів. 1 шт.

- ✓ Лупа вимірювальна ЛПК-471 (двократна) для проглядання деталей, дрібних предметів. 1 шт.

- ✓ Лупа ЛВ вимірювальна 3-10х (десятикратна) для вимірювання лінійних розмірів плоских предметів за допомогою шкали, виконаної на скляній пластині. 1 шт.

- ✓ Штангенциркуль ШЦ-1-125-0,1 з глибиноміром. 1 шт.

- ✓ Лінійка металева Л-300. 1 шт.

- ✓ Набір шаблонів радіусів для оцінки радіусів опуклих і увігнутих поверхонь: № 1 ($R = 1 \dots 6$ мм) 1 шт. № 3 ($B = 7 \dots 25$ мм). 1 шт.

- ✓ Набір щупів для контролю зазорів № 4 ($0,1 \dots 1$ мм). 1 шт.

- ✓ Косинець металевий перевірочний 60х40 мм УП. 1 шт.

- ✓ Ліхтарик мініатюрний. 1 шт.

- ✓ Оглядове дзеркало $L = 140$ мм. 1 шт.

- ✓ Дипломат. 1 шт.

На (рис.4.3) – фото лазерний рулетка далекоміра LEICA DISTO D5, в (табл.3.3) наведено основні характеристики рулетки.



Рисунок 4.3 – Лазерна рулетка далекомір LEICA DISTO D5

Таблиця 4.2 – Основні характеристики рулетки-далекоміра

Діапазон вимірювань, м	0,3...200
Номінальна похибка, мм (30...150 м)	< 0.5...1
Номінальна похибка, мм (0,3...30 м)	< 0.5
Номінальний час вимірювання, с	< 0,5

4.3 Вимоги до приладів та інструментів для візуального й вимірювального контролю

Візуальний контроль основних матеріалів, контроль підготовки деталей під зварювання, зварних з'єднань зазвичай проводиться або неозброєним оком, або за допомогою оптичних інструментів. Основні методи візуально-оптичного контролю та інструменти для нього приведені в ДСТУ-Н Б А.3.1-11:2008 «Настанова з візуального і вимірювального контролю зварних з'єднань та наплавов металевих конструкцій».

Для вимірювання форми, розмірів виробів, зварних з'єднань, лінійних і кутових величин напівфабрикатів, деталей, складальних одиниць, поверхневих дефектів слід застосовувати тільки справні прилади і інструмент, що пройшли метрологічну перевірку:

- лупи вимірювальні ГОСТ 25706–83;
- лінійки вимірювальні металеві ГОСТ 427–75;
- косинці перевірочні 90° лекальні ГОСТ 3749–77;
- штангенциркулі за ГОСТ 166–89;
- кутоміри з ноніусом ГОСТ 5378–88;
- щупи ;
- товщиноміри індикаторні ГОСТ 11358–89;
- мікрометри ГОСТ 6507–90;
- шаблони, зокрема універсальні (УШЗ-3);
- товщиноміри ультразвукові типу УТ93П, А1207

Для вимірювання великих лінійних розмірів або відхилень від форми і розташування поверхонь необхідно застосовувати:

- перевірочні плити;
- плоско-паралельні кінцеві міри довжини за ГОСТ 9038–90;
- сталеві вимірювальні лінійки і рулетки за ГОСТ 427–75;
- оптичні і лазерні прилади, нівеліри ;

Шорсткість поверхонь перевіряють профілометрами-профілографами за ГОСТ 19300–86 і зразками шорсткостей згідно з ГОСТ 9378–93.

4.4 Підготовка об'єктів до контролю

Перед проведенням візуального і вимірювального контролю поверхня деталі в зоні контролю підлягає зачистці до чистого металу від іржі, окалини,

грязі, фарби, мастила та інших забруднень, що перешкоджають проведенню контролю. Зона зачистки визначається в нормативно-технічній документації, при відсутності таких вимог зона зачистки повинна складати:

- при зачистці кромek деталей під дугове і газове зварювання – не менш 20 мм із зовнішнього боку і не менш 10 мм з внутрішньої сторони від кромek оброблення деталі;

- при зачистці кромek деталей під електрошлакове зварювання – не менш 50 мм;

- при зачистці кромek деталей кутового з'єднання труб (зварювання штуцерів в колектор, трубу або барабан) зачистці підлягає поверхня навколо отвору в трубі на відстані 15...20 мм і поверхня отвору на глибину і ширину штуцера, на відстані не менше 20 мм від кромки оброблення;

- при зачистці сталевого підкладного кільця, що залишається, або дротяної вставки, що розплавляється, – вся зовнішня поверхня підкладного кільця або дротяної вставки, що розплавляється;

- при зачистці зварного шва деталей – шов і прилеглі до нього ділянки основного металу деталей, ширина зачистки не менше 20 мм в кожену сторону від шва при всіх видах дугового і газового зварювання і не менш 100 мм при електрошлаковому зварюванні.

Шорсткість зачищених поверхонь повинна складати не більш Ra 12,5 (Rz 80).

Для інших видів неруйнівного контролю шорсткість зачищених поверхонь повинна складати не більш;

Ra 3,2 (Rz 20) – при капілярних видах контролю;

Ra 10,0 (Rz 63) – при магнітопорошковому контролі;

Ra 6,3 (Rz 40) – ультразвуковому.

4.5 Прилади і пристосування для візуально-оптичного контролю

При візуально-оптичному контролі використовується спеціальний шаблон зварника типу УШЗ-3. На рис. 4.4 показаний УЦЗ-3, а в табл. 4.3 приведені показники призначення УШЗ-3. Шаблон складається з підстави 1, сполученої віссю 4 з движком 2, і закріпленого на движку покажчика 3. Контроль проводиться таким чином:

1 Контроль глибини раковин, глибини забоїн, перевищення кромek глибини оброблення стику до кореневого шару і висоти посилення шва проводять при установці шаблону поверхнею А на виріб, потім поворотом движка 2 навколо осі 4 ввести покажчик 3 в зіткнення з вимірюваною поверхнею. Результат прочитується проти риски Д за шкалою Р.

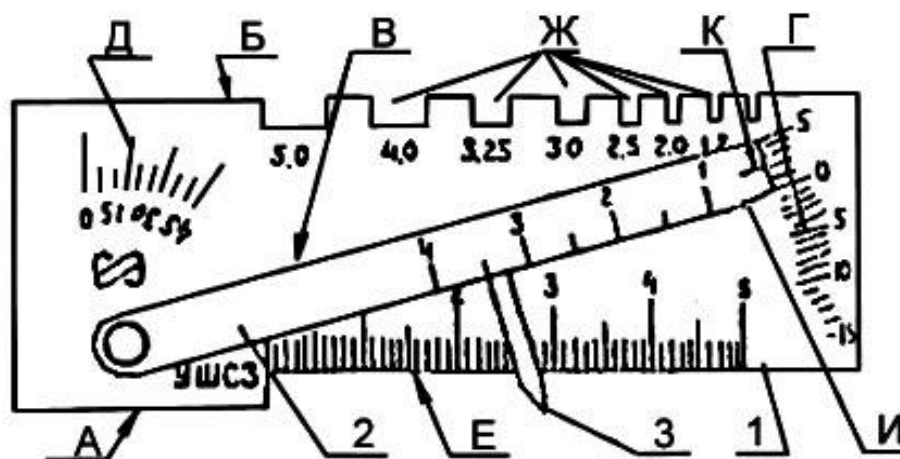
2 Контроль зазору проводиться введенням движка 2 його клиновою частиною в контрольований зазор. За шкалою І, нанесеною на движку, прочитується результат.

3 Контроль притуплення шва, ширину шва проводити за допомогою шкали Е, користуючись нею як вимірювальною лінійкою.

4 Контроль кутів скосу кромek проводиться при установці шаблону поверхнею Б на утворюючу частину виробу. Потім поворотом движка 2

сумістити без зазору його поверхню з вимірюваною поверхнею. Результат прочитується за шкалою Д проти поверхні движка С.

5 Визначення діаметрів дроту проводиться за допомогою паців Ж.



*А, Б, В, Г, Д – вимірювальні шкали шаблону;
1 – основа; 2 – движок; 3 – показчик; 4 – вісь*

Рисунок 4.4 – Універсальний шаблон зварника (індикатор) УШЗ-3

Таблиця 4.3 – Показники призначення шаблону

Найменування показника	Значення
Контроль глибини дефектів (вм'ятин, забоїв) глибини оброблення шва до кореневого шару, перевищення кромки (шкала Г), мм	0...15
Контроль висоти посилення шва (шкала Г), мм	0...5
Контроль величини притуплення і ширини шва (шкала Е), мм	0...50
Контроль зазорів (шкала І), мм	0,5...4,0
Контроль кутів скошу кромки (шкала Д), градус	0...45

Схеми вимірювання окремих розмірів зварного з'єднання за допомогою УШЗ-3 приведені на (рис. 4.5...4.12). Треба відзначити

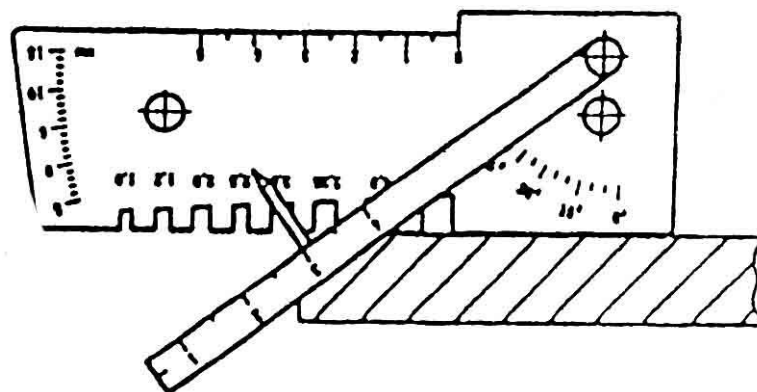


Рисунок 4.5– Схема вимірювання кута скошу кромки

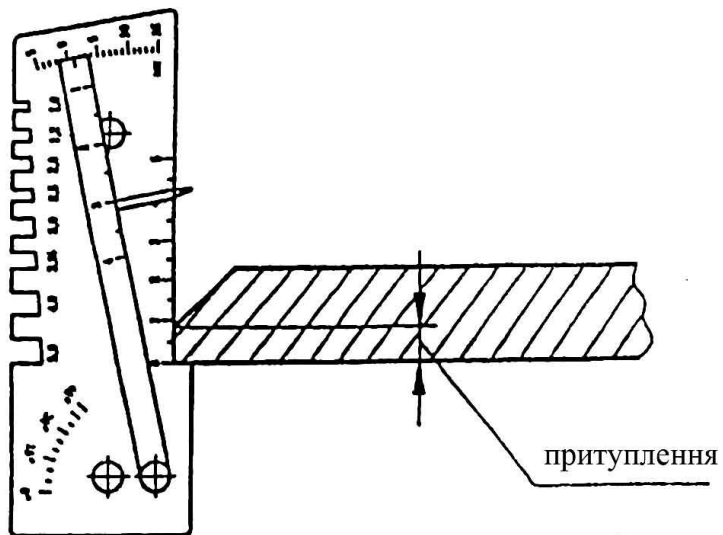


Рисунок 4.6 – Схема вимірювання притуплення кромки

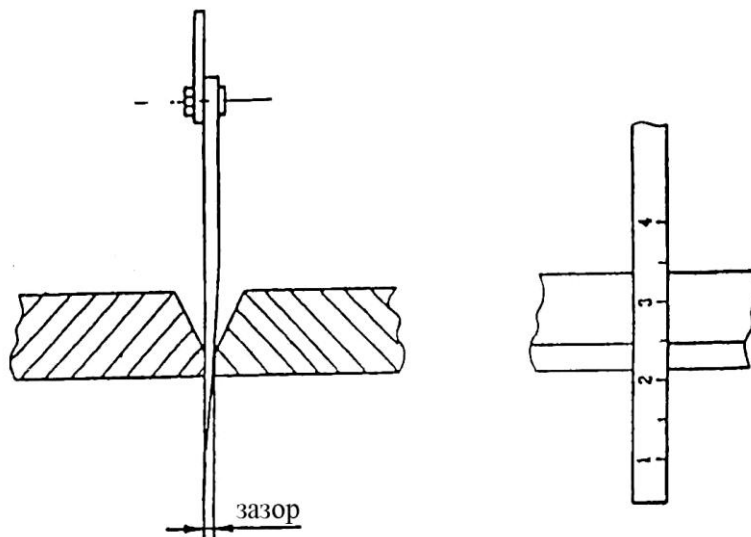


Рисунок 4.7 – Схема вимірювання зазору

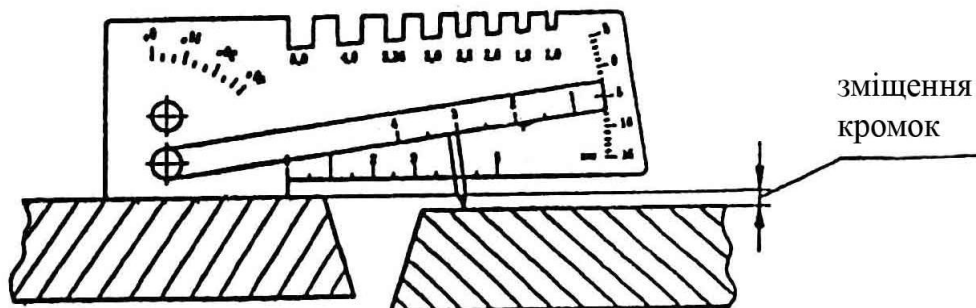


Рисунок 4.8 – Схема вимірювання зміщення кромки

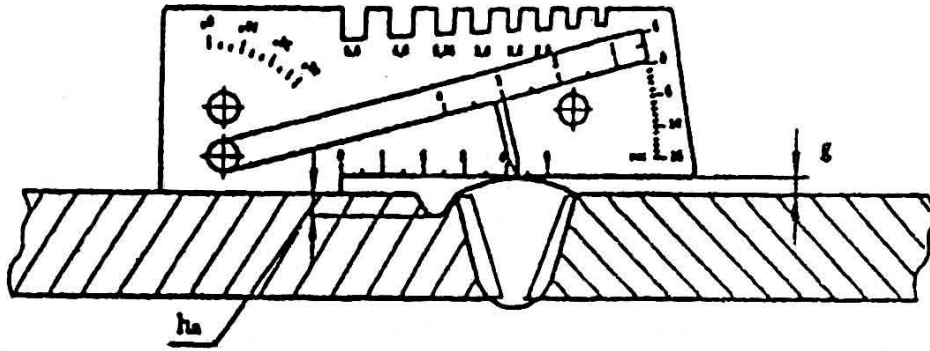


Рисунок 4.9 – Схема вимірювання висоти шва і глибини підрізу

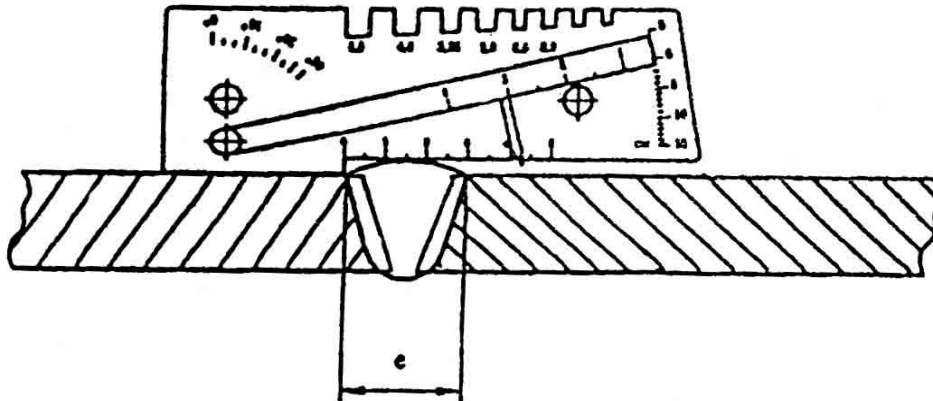


Рисунок 4.10 – Схема вимірювання ширини шва

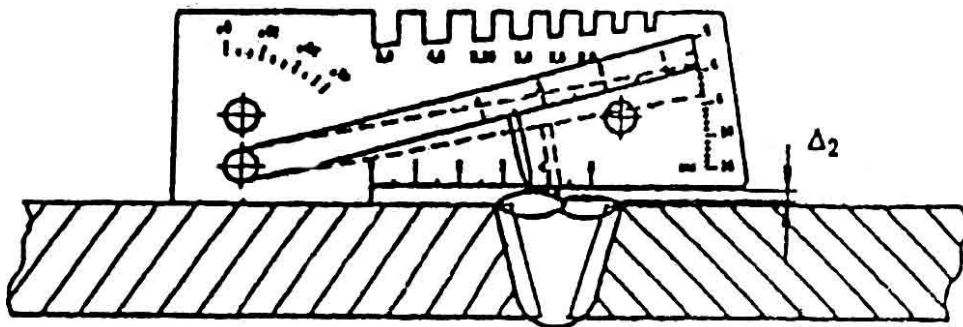


Рисунок 4.11 – Схема вимірювання западань між валиками

У виконаному зварному з'єднанні **візуально-оптичним методом необхідно контролювати:**

- ❖ відсутність (наявність) поверхневих тріщин всіх видів і напрямів;
- ❖ відсутність (наявність) на поверхні зварних з'єднань і наплавлень дефектів (порожнин, включень, скупчень порожнин і включень, відшаровувань, пропалень, свищів, напливів, усадкових раковин, підрізів, непроварів, бризок наплавленого металу, западань між валиками, грубої лускатості, припалень металу, а також місць торкання зварювальною дугою поверхні основного металу);
- ❖ наявність зачистки металу в місцях приварювання тимчасових технологічних кріплень, гребінок індуктора і кріплення термоелектричних

перетворювачів (термопар), а також відсутність поверхневих дефектів в місцях зачистки;

❖ наявність зачистки поверхні зварного виробу (зварного шва і прилеглих ділянок основного металу) під подальший контроль неруйнівними методами;

❖ наявність маркування (таврування) зварного шва або наплавлення і правильність виконання маркування згідно з технічними вимогами.

У виконаному зварному з'єднанні вимірюваннями необхідно контролювати:

- розміри поверхневих дефектів (пори, включення та ін.), виявлені при візуальному контролі;
- висоту і ширину зварного шва, а також угнутість і опуклість зворотної сторони шва, у разі доступності зворотної сторони для контролю;
- висоту (глибину) поглиблень між валиками (западання міжваликове) і лускатість поверхні шва;
- підрізи основного металу;
- несплавлення, непровари із зовнішнього і внутрішнього боку шва.

Для візуально-оптичного контролю існує багато пристосувань, приладів, окрім УШЗ. Так, наприклад, для вимірювання катету, висоти підсилення зварного шва, глибини підрізів є шаблон Ушєрова – Маршака (рис. 4.12).

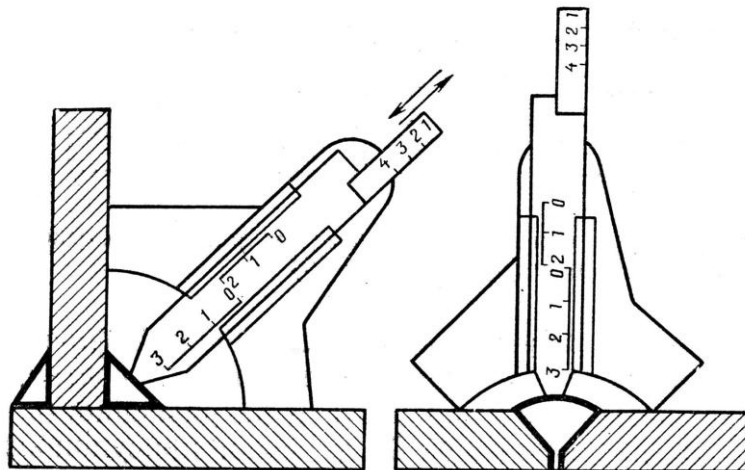


Рисунок 4.12 – Шаблон Ушєрова – Маршака

Принцип роботи шаблону нескладний и полягає у застосуванні рухомої частини шаблону з позначками для вимірювання. Сучасні російські шаблони Ушєрова – Маршака мають цифрову шкалу для більш точного вимірювання.

Для вимірювання розмірів стикових та кутових швів є шаблони Красовського (рис. 4.13).

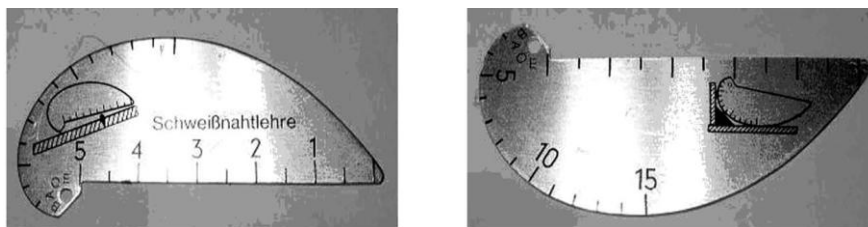


Рисунок 4.13 – Шаблон Красовського

Фірмою PTS Josef Solnař розроблено універсальний вимірювач для зварних з'єднань WG (рис. 4.14).

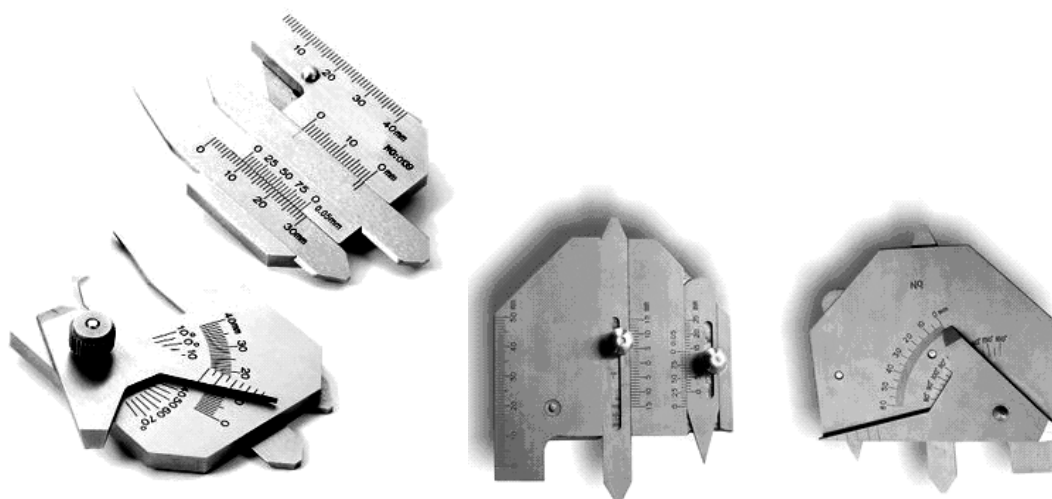


Рисунок 4.14 – Універсальний вимірювач для зварних з'єднань WG

В таблиці 4.4 наведено показники призначення вимірювача WG.

Таблиця 4.4 – Показники призначення вимірювача WG

№	Функція	Діапазон	Чутливість	Похибка
1	Використання як лінійки	0...40 мм	1 мм	$\pm 0,1$ мм
2	Вимірювання зміщення	до 30 мм	до 0,05 мм	до $\pm 0,10$ мм
3	Вимірювання кута кромки	0...70°	5°	$\pm 30'$
4	Вимірювання зазору	1...5 мм	0,5 мм	$\pm 0,20$ мм
5, 6	Вимірювання кута розкриття Х-шва 60° Вимірювання кута розкриття Х-шва 70°	60 і 70	5	$\pm 30'$
7, 8	Вимірювання висоти стикового шва Вимірювання кутового шва	до 20 мм	1 мм	$\pm 0,20$ мм
9	Вимірювання висоти кутового шва (катет)	до 20 мм	1 мм	$\pm 0,20$ мм
10	Вимірювання ширини шва	0...40 мм	1 мм	$\pm 0,20$ мм
11	Вимірювання зміщення	до 30 мм	до 0,05 мм	$\pm 0,10$ мм
12	Вимірювання глибини підрізу	до 30 мм	0,05 мм	$\pm 0,10$ мм

Також цієї ж фірми існують такі вимірювачі, як цифровий вимірювач WG3 Digital (рис. 4.15), вимірювач WG5 (рис. 4.16), вимірювач Bridge Cam (рис. 4.17).



Рисунок 4.15 – Цифровий вимірювач WG3 Digital



Рисунок 4.16– Серія шаблонів для кутових з'єднань

Серія шаблонів для кутових з'єднань призначена для вимірювання одинадцяти розмірів кутових швів: 1/8", 3/16", 1/4", 5/16", 3/8", 7/16", 1/2", 5/8", 3/4", 7/8", 1" та їх метричних еквівалентів (розмір в міліметрах), опуклості та угнутості шва.

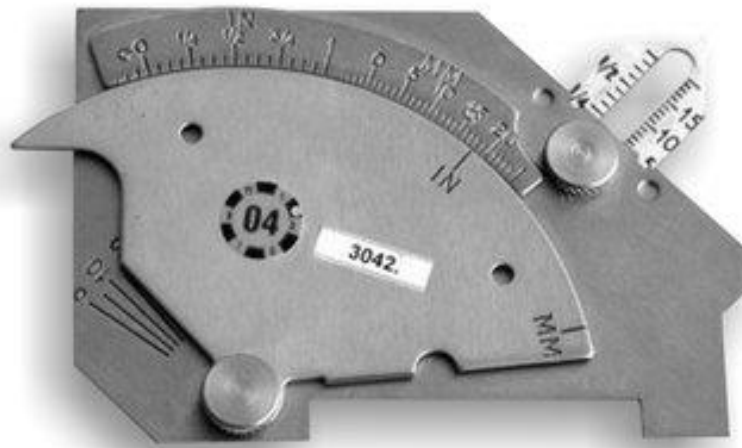


Рисунок 4.17 – Вимірювач Bridge Cam

За допомогою вимірювача Bridge Cam можна вимірювати угнутості кутових швів, опуклості швів, катет кутового шва, глибину подрізу, неспіввісність та зміщення, глибину цяточної корозії.

ТЕСТИ

1 Чутливість візуального контролю:

- а) 1...3 мм;
- б) 0,1 мм max;
- в) 2...5 мм.

2 Технічний ендоскоп призначений:

- а) для вимірювання подрізів зварного шва;
- б) контролю розмірів оброблення шва;
- в) для візуального контролю внутрішніх порожнин.

3 Зона зачистки при візуальному контролі повинна складати:

- а) не менше 20 мм із зовнішнього боку.
- б) не менше 100 мм;
- в) не менше 3...5 мм.

4 Шорсткість зачищеної поверхні при контролі:

- а) не більше Ra 12,5;
- б) не менше Ra 2,5;
- в) не більше Ra 6,3.

4.6 Ультразвуковий контроль

Ультразвукові методи контролю ґрунтуються на властивості пружних коливань розповсюджуватися і взаємодіяти – відбиватися, заломлюватися, поглинатися і розсіватися на порушеннях суцільності контрольованого середовища. Оскільки використовуються пружні коливання певної частоти, то ці коливання і називаються ультразвуковими (більше 20 кГц).

Ультразвукові коливання виникають в твердому, рідкому і газоподібному середовищах, коли групі частинок цього середовища надають енергію, що примушує їх здійснювати коливання щодо своїх положень рівноваги. Завдяки наявності зв'язків, до цього процесу залучаються сусідні частинки, і в середовищі розповсюджуються пружні коливання (хвилі). Довжину ультразвукової хвилі можна визначити за формулою (4.1) [20,23,26].

$$\lambda = c/f, \quad (4.1)$$

де c – швидкість розповсюдження хвилі, мм/с;

f – частота коливань, МГц ($1 \text{ Гц} = 1 \text{ с}^{-1}$).

Частота ультразвукових коливань, використовуваних для дефектоскопії, знаходиться в діапазоні 0,5...25 МГц. Частотна межа між звуковими і ультразвуковими хвилями умовна; вона визначається суб'єктивними властивостями людського слуху і відповідає усередненій верхній межі чутного звуку. Проте завдяки вищим частотам і, отже, малим довжинам хвиль має місце ряд особливостей розповсюдження ультразвуку. Так, для ультразвуку високої частоти (УЗВЧ) довжина хвиль в повітрі складає $3,4 \cdot 10^{-3} \dots 3,4 \cdot 10^{-5} \text{ см}$, у воді $1,5 \cdot 10^{-2} \dots 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$ і в сталі $5 \cdot 10^{-2} \dots 5 \cdot 10^{-4} \text{ см}$. Ультразвук в газах і, зокрема, в повітрі розповсюджується з великим загасанням.

Якщо уявити собі середовище з малих частинок, сполучених між собою пружними силами (див. модель пружного тіла, рис. 4.40 то ці частинки можуть рухатися щодо свого положення рівноваги.

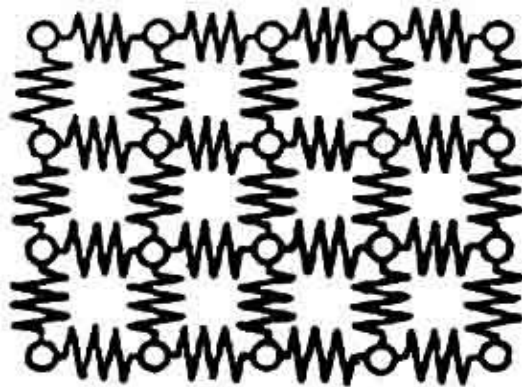
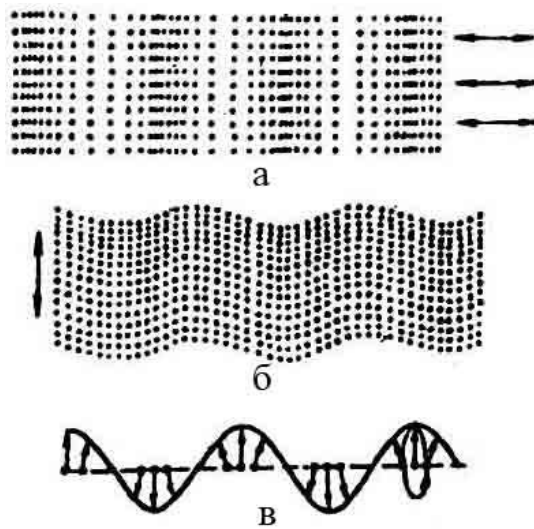


Рисунок 4.18 – Модель пружного тіла

Якщо таку частинку вивести із стану рівноваги, то вона починає коливатися і надавати свою енергію сусіднім частинкам. Отже, енергія від частинки до частинки розповсюджується в середовищі. Залежно від напрямку коливання частинок в хвилі по відношенню до напрямку розповсюдження

ультразвуку в твердому тілі можуть виникати різні типи хвиль. Якщо коливання частинок середовища відбуваються у напрямі розповсюдження хвилі, то такі хвилі називають *повздовжніми* рис. 4.19.



а – повздовжні; б – поперечні; в – симетричні пружні хвилі

Рисунок 4.19 – Види пружних коливань

Повздовжню хвилю можна порушити в зразку, наприклад, якщо близькі до поверхні частинки змусити коливатися перпендикулярно до його поверхні. Перший шар частинок відхиляється і передає енергію коливань на наступні шари. Якби частинки були жорстко зв'язані між собою, то всі шари частинок відхилялися б одночасно, тобто вони рухалися б в одній фазі. Оскільки частинки середовища зв'язані одна з іншою не жорстко, а пружно, то необхідно час для передачі коливань від шару до шару, і тому кожен подальший шар збуджується пізніше попереднього. Повздовжні хвилі розповсюджуються пучком, що розходить від перетворювача. Вони нечутливі до поверхневих дефектів і не реагують на нерівності поверхні, але добре виявляють дефекти на глибині 2...10 мм. Для їх випромінювання і прийому застосовують спеціальні роздільно - суміщені перетворювачі.

На рис. 4.19 а показано розташування частинок середовища у фіксований момент часу (моментальний знімок) при розповсюдженні повздовжньої хвилі зліва направо. Видно, що в зразку на рівних відстанях уздовж розповсюдження хвилі виникають поперемінно зони ущільнення і розрідження частинок. Відстань між двома ущільненнями, або двома розрідженнями називається *довжиною повздовжньої хвилі*. Якщо розглядати не моментальний знімок, а процес розповсюдження повздовжньої хвилі в різні моменти часу, то можна бачити, що ущільнення і розрідження рухаються через зразок з певною швидкістю, яка називається *швидкістю звуку повздовжньої хвилі*. Оскільки при розповсюдженні повздовжньої хвилі діє сила стиснення-розтягування, то в такій хвилі міняється щільність частинок, і тому вона також називається *хвилею щільності* (тиск в щільних шарах вищий, ніж в розріджених). Повздовжні хвилі розповсюджуються в газоподібних, рідких і твердих тілах.

У твердих тілах, що мають зсувну пружність, можуть розповсюджуватися *поперечні хвилі*. У випадках поперечних хвиль рис. 4.20 б частинки здійснюють коливання не у напрямі розповсюдження хвилі, а перпендикулярно до нього. Частинки середовища в цьому випадку під дією зовнішніх сил, що періодично (синусоїдально) вимірюються за часом, здійснюють гармонійні коливання. Така хвиля розповсюджується, наприклад, уздовж струни, а зсув точок струни відбувається в напрямі, перпендикулярному струні. Якщо розглядати моментальний знімок при розповсюдженні хвилі зрушення в зразку, то можна бачити, що в цьому випадку шари частинок зрушені, але залишаються на однакових відстанях одна від одної. Між шарами діють зусилля зрушення, унаслідок чого поперечна хвиля також називається *хвилею зрушення*. Оскільки гази і нев'язкі рідини не передають сили зрушення, поперечні хвилі в цих середовищах не розповсюджуються. У реальних тілах, розміри яких завжди обмежені, можуть розповсюджуватися також *поверхневі хвилі* (хвилі Релея), затухаючі на глибині $1,5...2,0 \lambda$.

Акустичні хвилі характеризуються такими показниками: зсувом частинок середовища з положення рівноваги, швидкістю коливального руху частинок, акустичним тиском. Акустичний тиск і зсув частинок середовища для плоских і сферичних тіл зв'язані наступним співвідношенням (4.2):

$$p = \rho \cdot c \cdot \omega \cdot \xi = Z \cdot \omega \cdot \xi, \quad (4.2)$$

де p – акустичний тиск, МПа;

ξ – зсув частинок середовища, м;

ρ – щільність середовища, кг/м³;

ω – колова частота, $\omega = 2\pi f$, рад/с.

Добуток перемноження щільності середовища і швидкості звуку називають *акустичним (хвильовим) опором середовища*, або акустичним імпедансом матеріалу. Матеріали з високим акустичним імпедансом Z називають жорсткими. Акустичні властивості деяких матеріалів приведені в табл. 4.5.

Швидкість розповсюдження подовжніх, поперечних і поверхневих хвиль залежить від природи речовини. Проте в окремо узятому матеріалі вона не залежить від частоти хвилі і розмірів тіла. Мікроструктурні характеристики в тому або іншому ступені визначають щільність, модуль пружності і механічні властивості матеріалів і впливають на швидкість ультразвуку. У стрижнях, прутках, дроті і інших тілах обмежених розмірів розповсюджуються також ізгибні хвилі, хвилі розтягнення-стиснення, крутильні і радіальні. Особливістю хвиль, що розповсюджуються в листах, стрижнях, прутках і дроті, є дисперсія, тобто залежність швидкості розповсюдження хвилі від її довжини, товщини листа або діаметру стрижня.

Таблиця 4.5 – Акустичні властивості матеріалів

Матеріал	Щільність, кг/м ³	Швидкість розповсюдження хвиль, км/с			Імпеданс (поздовжні хвилі)
		поздовжніх	поперечних	поверхневих	
Алюміній	2,7	6,26	3,08	2,8	16,9
Залізо	7,8	5,95	3,23	3,0	45,6
Мідь	8,9	4,66	2,26	2,12	41,5
Сталь вуглецева	7,8	5,85	3,23	3,0	45,6
Сталь нерж.	8,03	5,66	3,12	3,1	45,5
Титан	4,5	6,0	3,5	3,2	27,0
Гума	0,9...1,6	1,5...2,3	-	-	1,3...3,7
Вода	0,998	1,49	-	-	1,49

При падінні плоскої ультразвукової хвилі на межу розділу двох твердих тіл під кутом падіння α виникають по дві відбиті і заломлені хвилі (поздовжні та поперечні) рис. 4.20.

Відбиті хвилі – поздовжня C_{11} і поперечна C_{t1} , і дві заломлені – поздовжня C_{12} і поперечна C_{t2} , де α і β – кут заломлення і кут відбиття. Зв'язок між ними визначається законом Снелліуса (4.3):

$$\frac{\sin \alpha}{c_{11}} = \frac{\sin \alpha_t}{c_{t1}} = \frac{\sin \beta}{c_{12}} = \frac{\sin \beta_t}{c_{t2}} = \frac{\sin \alpha_l}{c_{11}}. \quad (4.3)$$

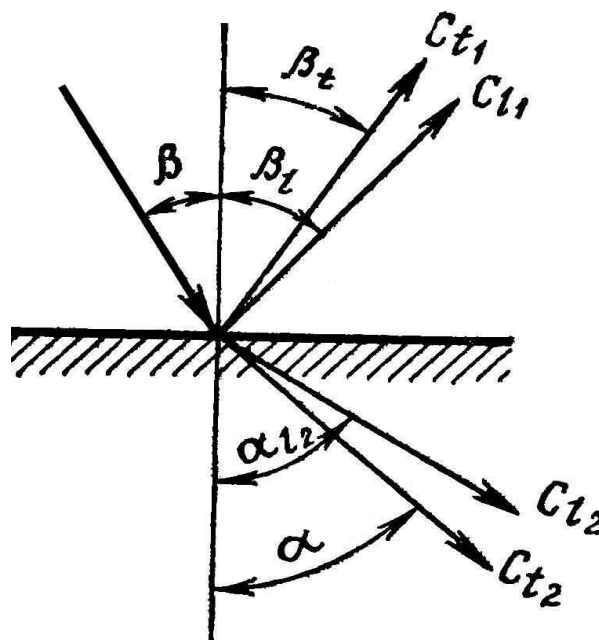


Рисунок 4.20 – Схеми відбиття і заломлення ультразвукової хвилі

Загальна схема ультразвукового контролю включає випромінюваний акустичний перетворювач і перетворювач-приймач коливань (частіше ці два блоки суміщені) і приведена на рис. 4.21.

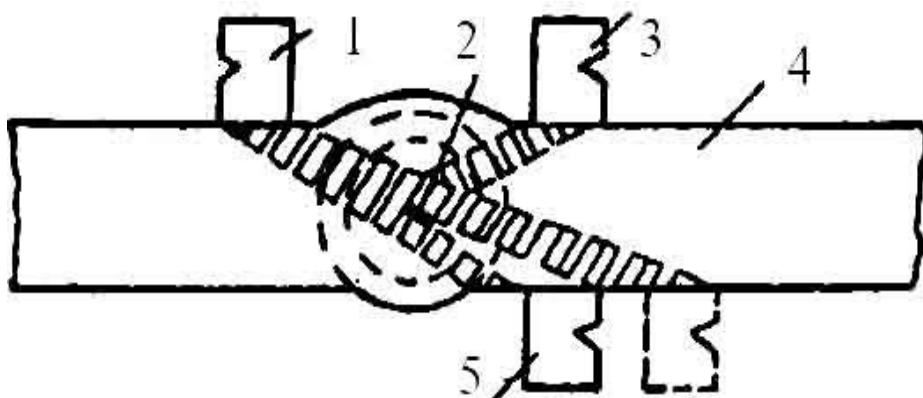


Рисунок 4.21 – Схема ультразвукового контролю

Акустична хвиля, що випромінюється акустичним перетворювачем 1 в зварну деталь 4, зустрівши на своєму шляху перешкоду у вигляді дефекту 2, частково відбивається у зворотному напрямі, де може бути зареєстрована за допомогою перетворювача (у режимі прийому), а частково – дзеркально від дефекту і може бути прийнята перетворювачем-приймачем 3. За допомогою перетворювача-приймача 5 може бути зафіксоване ослаблення акустичної хвилі. При УЗК використовують три основні методи, що відрізняються один від одного за ознакою виявлення дефекту: тіньовий метод, луно-метод, дзеркально-тіньовий метод.

Тіньовий метод іноді називають методом наскрізного прозвучування. Випромінювач і приймач розділені. Дефект на шляху ультразвукових хвиль ослабляє сигнал, який приймається приймачем.

При **луно-методі** акустичний перетворювач генерує короткий ультразвуковий імпульс, що відбивається від дефектів, поверхні виробу і інших неоднорідностей, а потім приймається тим же або іншим перетворювачем. По тимчасовій розгортці можна фіксувати час приходу сигналів і розрізнити сигнали, що проходять від дефектів і від протилежної поверхні.

При **дзеркально-тіньовому методі** контроль ведеться луно-методом, але ознакою наявності дефекту служить ослаблення донного сигналу.

Для генерування ультразвукових коливань застосовують різноманітні пристрої, які можуть бути розбиті на 2 основних групи – механічні, в яких джерелом ультразвуку є механічна енергія потоку газу або рідини, і електромеханічні, в яких ультразвукова енергія генерується перетворенням електричної енергії. Для нормальної передачі ультразвукової енергії необхідний хороший контакт двох матеріалів. Якщо між двома матеріалами не утворена оптично плоска поверхня, контакт матиме місце лише в окремих точках. У такому разі передача ультразвукової енергії буде вельми неістотною. Проте її можна значно збільшити, використовуючи прошарок між двома матеріалами. Як такий прошарок може служити рідина, товщина шару якій менше довжини хвилі, а її хвильовий опір повинен відповідати хвильовому опору твердих

матеріалів. При виконанні даних умов і встановленні хорошого контакту перетворювача і контрольованого матеріалу коефіцієнт проходження практично наближається до одиниці. З іншого боку, якщо контактним середовищем є повітря / газ, коефіцієнт проходження практично рівний нулю. Основний метод випромінювання ультразвуку – перетворення тим або іншим способом електричних коливань в коливання механічні. Широке застосування в цьому діапазоні частот знайшли випромінювачі ультразвуку, які використовують магнітострикційний ефект. Магнітострикція (від *magnum* і лат. *strictio* — стиснення, натягування) – зміна форми і розмірів тіла при намагнічуванні. Для випромінювання ультразвукових середніх і високих частот використовується головним чином явище п'єзоелектрики. Основними п'єзоелектричними матеріалами для випромінювачів є п'єзокварц, ніобат літію, дигідрофосфат калію, сульфат літію, титанат барію, цирконат-титанат свинцю.

У ультразвуковій дефектоскопії як випромінювачі і приймачі ультразвуку найчастіше використовують круглі, прямокутні або квадратні п'єзопластини з п'єзокераміки типу ЦТС-19 або п'єзокварцу. При подачі на п'єзопластину електричної напруги вона змінює свою товщину унаслідок так званого зворотного п'єзоелектричного ефекту. Якщо напруга знакозмінна, то пластина коливається в такт з цими змінами, створюючи в навколишньому середовищі пружні коливання. При цьому пластина працює як випромінювач. І навпаки, якщо п'єзоелектрична пластина сприйме імпульс тиску, то на її обкладаннях унаслідок прямого п'єзоелектричного ефекту з'являються електричні заряди, величина яких може бути зміряна. В цьому випадку п'єзопластина працює як приймач. Для додатку і знімання електричного поля на протиставлених поверхнях п'єзопластини нанесені срібні електроди. До переваг цього способу відносяться висока чутливість і малогабаритність п'єзоперетворювачів.

На рис. 4.22 приведені основні методи отримання ультразвукових коливань.

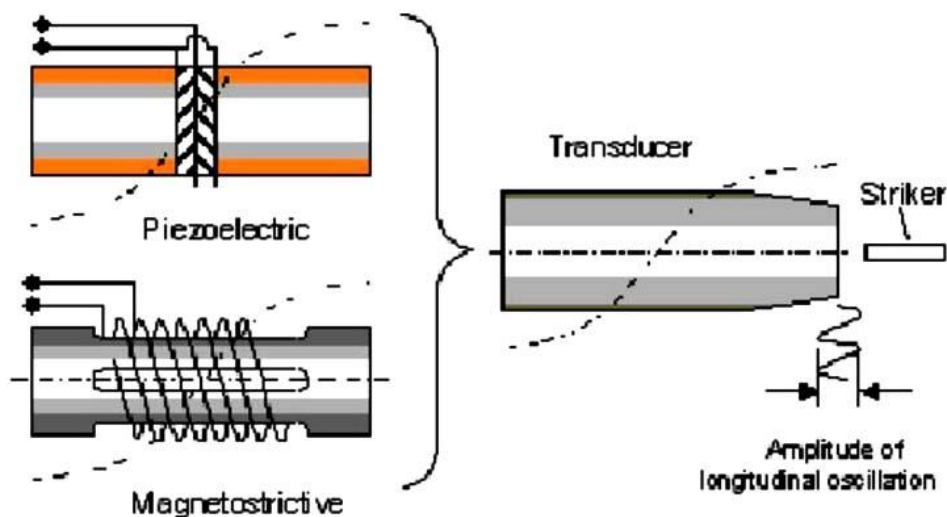


Рисунок 4.22 – Схеми отримання ультразвукових коливань

На рис. 4.23 показані ультразвукові п'єзоелектричні перетворювачі.



Рисунок 4.23 – Ультразвукові п'єзоелектричні перетворювачі

П'єзоелектричний ефект полягає в появі заряду на гранях кристалу при створенні механічної напруги – прямий ефект. Існує і зворотний ефект: наведення електричного поля викликає пропорційну механічну деформацію розтягування і стиснення залежно від знаку поля.

Товщина п'єзоелемента залежить від власної частоти коливань, напруги і частоти електричного струму, що підводиться, і визначається за формулою (4.4):

$$d = 0,5 \cdot \lambda = 0,5 \cdot c \cdot f_0, \quad (4.4)$$

де d – товщина п'єзопластини, мм;

c – швидкість розповсюдження хвилі, мм/с;

f_0 – власна частота коливань пластини, МГц.

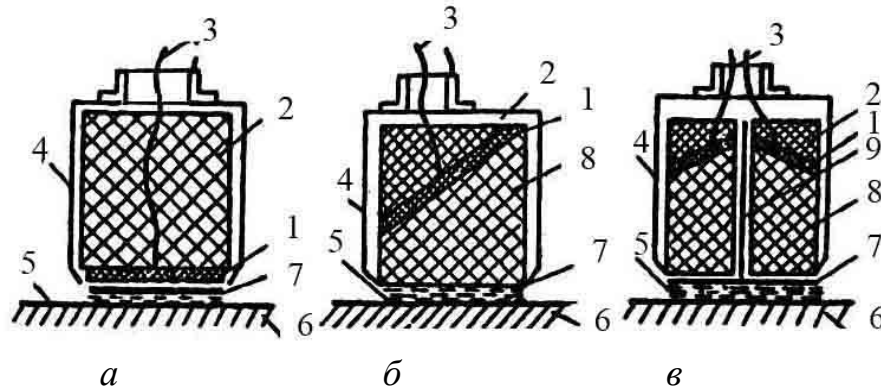
Товщину пластини вибирають такою, щоб власна частота коливань п'єзоелемента дорівнювала частоті порушуваних ультразвукових коливань, оскільки в цьому випадку настає резонанс і потужність коливань максимальна. Розрахунок проводять по формулі (4.15):

$$f_0 = \kappa_0 / d, \quad (4.5)$$

де K_0 – коефіцієнт, рівний 2,5 МГц·мм для титанату барію і 1,88 МГц·мм для цирконату-титанату свинцю.

Отримані ультразвукові коливання можуть бути направлено введені в пружне середовище, з яким стикається пластина-випромінювач. Якщо ж до п'єзопластини підвести ультразвукові коливання, то вони перетворюються на електричний струм відповідної частоти, який може бути знятий з електродів випромінювача, який стає в цьому випадку приймачем.

На рис. 4.24 показані основні типи ультразвукових перетворювачів.



*а – прямий суміщений перетворювач; б – кутовий суміщений перетворювач; в – роздільно-суміщений перетворювач;
1 – п'єзоелемент; 2 – демпфер; 3 – виводи п'єзоелемента;
4 – корпус; 5 – границя розділу середовищ; 6 – середовище, в яке проводиться випромінювання; 7 – протектори і прошарок контактної рідини; 8 – призма; 9 – акустичний екран*

Рисунок 4.24 – Ультразвукові п'єзоелектричні перетворювачі (шукачі)

На рис. 4.24 *а* зображений прямий суміщений перетворювач. П'єзоелемент 1 приклеєний або притиснутий до демпфера 2. Між п'єзоелементом і середовищем 6, в яке проводиться випромінювання УЗ-хвиль, можуть розташовуватися декілька тонких проміжних шарів – один або декілька протекторів 7 і прошарок контактної рідини. Перетворювач розміщений в корпусі 4. За допомогою виводів 3 п'єзоелемент з'єднується з електронним блоком дефектоскопа.

Для введення ультразвукових хвиль під кутом до контрольованої поверхні або збудження зсувних, поверхневих хвиль шляхом трансформації падаючої поздовжньої хвилі в перетворювачі використовується призма 8 рис. 4.24*б*. Перетворювачі включаються за суміщеною (п'єзоелемент з'єднується одночасно з генератором і приймачем електричних коливань) або роздільною схемою (п'єзоелемент підключається до генератора або приймача). У роздільно-суміщеному перетворювачі рис. 4.24*в* п'єзоелементи включені за роздільною схемою, але об'єднані в одному корпусі.

Для попередження прямої передачі акустичних хвиль від випромінюючого п'єзоелемента до приймача в перетворювачі передбачений акустичний екран 9. П'єзоелемент зазвичай має товщину, яка дорівнює половині довжини хвилі УЗ в п'єзоматеріалі на робочій частоті. На протилежній поверхні п'єзопластини наносять металеві (найчастіше срібні)

електроди для контакту з електричним полем. Демпфер призначений для збільшення загасання коливань п'єзoeлемента, тобто для отримання коротких імпульсів, а також для попередження механічних пошкоджень п'єзопластин. Гасіння коливань пластини тим сильніше, чим краще узгоджені хвильові опорні коефіцієнти матеріалів пластини і демпфера. Демпфер зазвичай виготовляють з штучних смол-компаундов з добавками порошків з високою щільністю для досягнення необхідного хвильового опору. Для зменшення багатократних відбиттів на демпфері з боку протилежної п'єзопластини наносять канавки і роблять скоси.

На рис. 4.25 зображена спрощена схема роботи ультразвукового дефектоскопа, яка полягає в наступному:

- генератор синхроімпульсів 11 виробляє імпульси для запуску генератора зондуючих імпульсів 4 і генератора розгортки 10;
- імпульси високочастотних коливань подаються на п'єзoeлемент 3 шукача, який перетворює їх в механічні ультразвукові коливання, вони вводяться через шар контактної рідини в контрольований виріб 1;
- відбившись від дефекту 2, або межі виробу, частина ультразвукової енергії повертається до п'єзoeлемента 3, який перетворює її на електричні коливання;
- електричні коливання після посилення 5 і детектування 6 передаються на електронно-променеву трубку 8 (ЕПТ) і на блок автоматичної сигналізації дефекту;
- синхронно із зондуючими імпульсами на горизонтально відхиляючі пластини ЕПТ подається напруга від генератора розгортки 10;
- за допомогою електронного глибиноміра 9 можна визначити часовий відрізок між зондуючим імпульсом та імпульсом від дефекту і визначити глибину залягання дефекту за формулою (4.6):

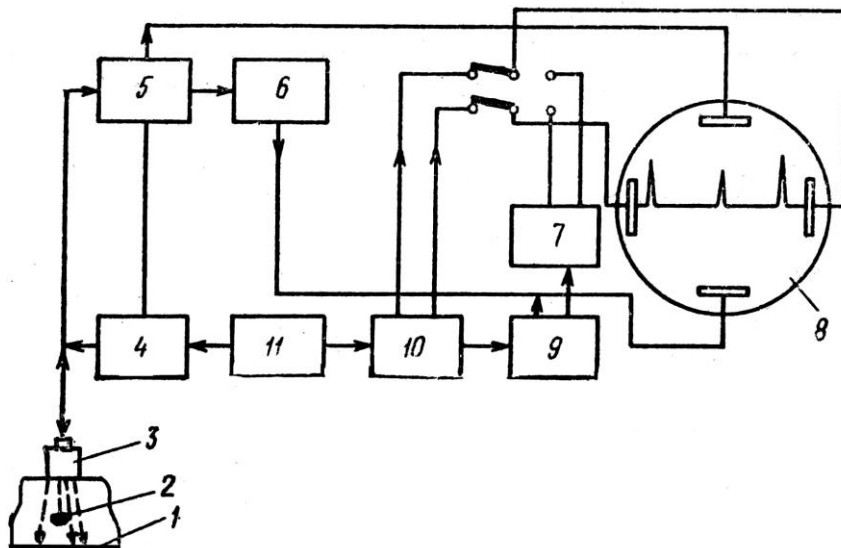
$$l = 0,5 \cdot c \cdot \tau, \quad (4.6)$$

де l – глибина залягання дефекту, мм;

c – швидкість розповсюдження ультразвукових коливань, м/с;

τ – час проходження імпульсу до дефекту і назад.

- блок електронного глибиноміра 9 керує також блоком автоматичної сигналізації дефекту за допомогою селекторного імпульсу, виробляє строб-імпульс для визначення на екрані ЕПТ зони контролю та імпульсу запуску затриманої розгортки «електронної лупи» 7, яка необхідна для збільшення масштабу зображення будь-якої ділянки контрольованого зварного шва.



1 – контрольована деталь; 2 – дефект; 3 – шукач; 4 – генератор зондуючих імпульсів; 5 – підсилювач високої частоти; 6 – селектор автоматичного сигналізатора; 7 – електронна лупа; 8 – електронно-променева трубка; 9 – електронний глибиномір; 10 – генератор розгортки; 11 – генератор синхроімпульсів.
Рисунок 4.25 – Схема роботи ультразвукового дефектоскопа

Вимоги до операцій ультразвукового контролю. Порядок проведення УЗК зварних з'єднань викладений в ГОСТ 14782–86, в якому описуються вимоги до операцій цього виду контролю.

Частота ультразвукових коливань, що випромінюються похилими перетворювачами, не повинна відрізнятися від номінального значення більш ніж на 10% у діапазоні понад 1,25 МГц, більш ніж на 20 % у діапазоні до 1,25 МГц.

Стандартні зразки СО-1 рис. 4.48, СО-2 рис. 4.49 і СО-3 рис. 4.50 слід застосовувати для вимірювання і перевірки основних параметрів апаратури і контролю при луноімпульсному методі і суміщеній схемі включення п'єзоелектричного перетворювача з плоскою робочою поверхнею на частоту 1,25 МГц і більше за умови, що ширина перетворювача не перевищує 20 мм.

Стандартний зразок СО-1 застосовують для визначення умовної чутливості, перевірки роздільної здатності і погрішності глибиноміра дефектоскопа рис.4.26. Зразок СО-1 повинен бути виготовлений з органічного скла типу ТОСП. Швидкість розповсюдження подовжньої ультразвукової хвилі на частоті $(2,5 \pm 0,2)$ МГц при температурі $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ повинна дорівнювати (2670 ± 133) м/с. Зміряне з похибкою не більше 0,5 %, значення швидкості повинно бути вказане в паспорті на зразок.

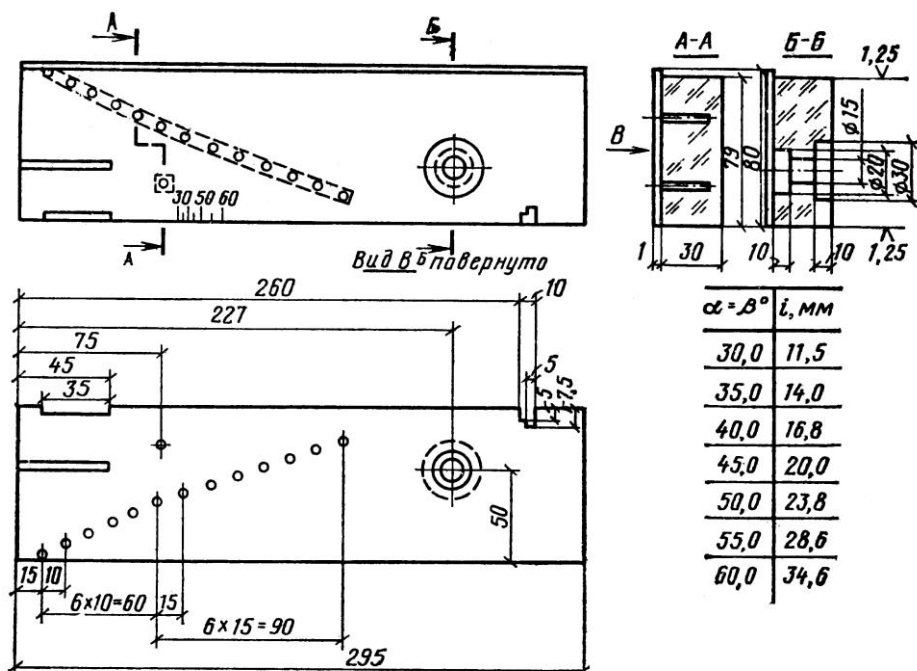


Рисунок 4.26 – Стандартний зразок СО-1

Стандартний зразок СО-2 застосовують для визначення умовної чутливості, мертвої зони, похибки глибиноміра, кута α введення променя, ширини основної пелюстки діаграми спрямованості, імпульсного коефіцієнту перетворення при контролі з'єднань з маловуглецевих та низьколегованих сталей, а також для визначення граничної чутливості рис.4.27.

При контролі з'єднань з металів, які відрізняються за акустичними характеристиками від маловуглецевих та низьколегованих сталей, для визначення кута введення променя, ширини основної пелюстки діаграми спрямованості, мертвої зони, а також граничної чутливості повинен застосовуватися стандартний зразок СО-2А (ГОСТ 14782–86). Час розповсюдження ультразвукових коливань в прямому й зворотному напрямках, вказаний на стандартних зразках СО-1 і СО-2, повинен бути (20 ± 1) мкс.

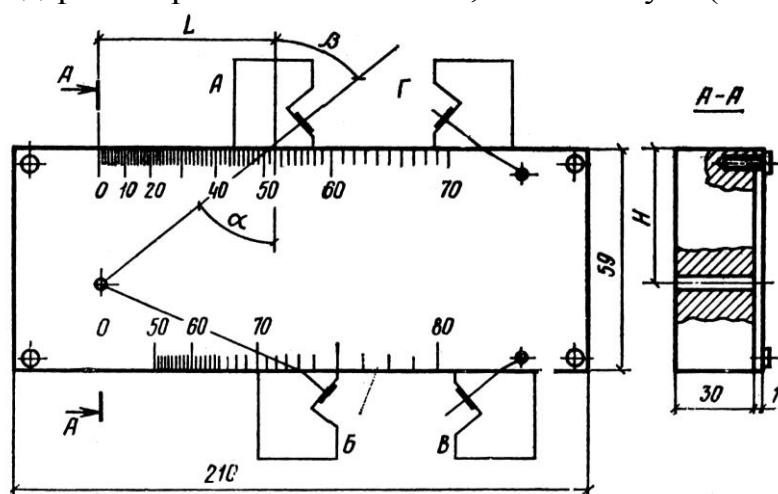


Рисунок 4.27 – Стандартний зразок СО-2

Стандартний зразок СО-3 слід застосовувати для визначення точки виходу θ ультразвукового променя, стріли «п» перетворювача. Цей же стандартний зразок застосовується для визначення часу розповсюдження ультразвукових коливань в призмі перетворювача. рис.4.28.

Стандартний зразок СО-3 виготовляють із Сталі 20, або Ст.3. Швидкість розповсюдження поздовжньої хвилі в зразку при температурі $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ повинна бути $(5900 + 59)$ м/с, значення якої повинно бути вказане в паспорті на зразок.

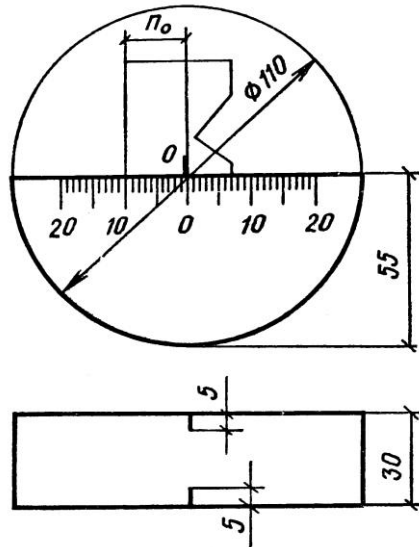


Рисунок 4.28 – Стандартний зразок СО-3

На бічних і робочою поверхнях зразка повинні бути вигравійовані позначки, що проходять через центр півкола і по осі робочої поверхні. У обидві сторони від позначок на бічні поверхні наносять шкали. Нуль шкали співпадає з центром зразка з точністю $\pm 0,1$ мм. Допускається застосовувати для перевірки умовної чутливості зразки СО-1, або СО-2, або стандартні зразки підприємства, вказані в технічній документації на контроль.

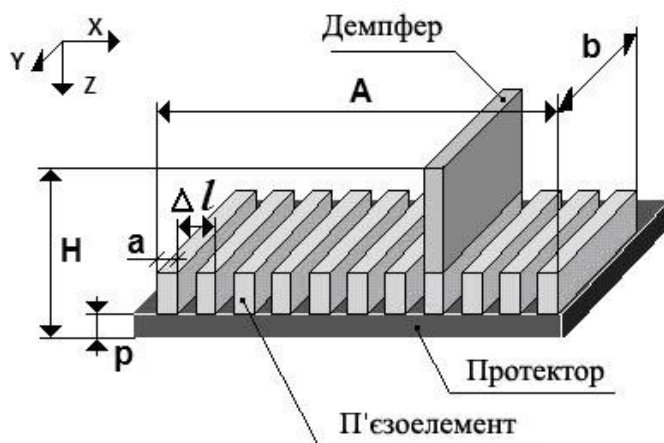
До проведення УЗК виконується візуальний контроль. Форма і розміри біляшовної зони повинні дозволяти переміщати перетворювач в межах, які забезпечують прозвучування зварного з'єднання акустичною віссю перетворювача. Поверхня з'єднання, по якій переміщують перетворювач, не повинна мати вм'ятин і нерівностей, з поверхні повинні бути видалені бризки металу, окалина і фарба, забруднення. При механічній обробці з'єднання, передбаченій технологічним процесом на виготовлення зварної конструкції, якість поверхні повинна бути не нижче $Rz\ 40$ мкм за ГОСТ 2789–73.

Зварне з'єднання слід маркувати і поділяти на ділянки так, щоб однозначно встановлювати місце розташування дефекту по довжині шва. Труби і резервуари перед контролем відбитим променем повинні бути звільнені від рідини. Допускається контролювати труби і резервуари з рідиною за методикою, що обумовлюється в технічній документації на контроль. Тривалість розгортки слід встановлювати так, щоб найбільша частина розгортки на екрані електронно-променевої трубки відповідала шляху ультразвукового імпульсу в металі контрольованої частини зварного з'єднання.

Перелік параметрів, що підлягають перевірці, чисельні значення, методика і періодичність їх перевірки повинні обмовлятися в технічній документації на контроль.

Останнім часом спостерігається поширення **акустичної томографії**. Томографічні ультразвукові засоби контролю – це пристрої, які забезпечують не тільки представлення результатів у вигляді двовимірного перетину, але і такі що використовують перетворювачі у вигляді акустичних ґрат і поєднують когерентні (синфазні) способи формування зображення з набору луно-сигналів. Набір електроакустичних перетворювачів (як правило, п'єзоперетворювачів), конструктивно об'єднаних в один акустичний блок, називають акустичними ґратами (АГ). Розрізняються двовимірні матричні, кругові сегментні та лінійні АГ.

На практиці найбільшого поширення набули АГ, які є набором однотипних п'єзоелементів, встановлених уздовж однієї лінії, еквідистантної (рівномірної) на загальному протекторі рис. 4.29, і розв'язаних між собою електрично й акустично. Як і в конструкціях звичайних перетворювачів, п'єзоелементи демпфуються (один демпфер показаний умовно). По суті, АГ є набором незалежних перетворювачів, конструктивно об'єднаних в одному корпусі. Але за рахунок спільної роботи цих перетворювачів (елементів АГ) вдається керувати інтегральним променем ґрат.



p – товщина протектора, h – висота протектора з демпфером,
 a – товщина п'єзоелементів, Δl – крок між п'єзоелементами,
 A, b – розміри акустичних ґрат (довжина і ширина)

Рисунок 4.9 – Ультразвукові п'єзоелектричні ґрати
(акустичні ґрати АГ)

Загальна кількість елементів в ґратах може бути від 8 до 256 і більше. Мала кількість елементів не забезпечує достатньої якісної реконструкції зображень, а велика призводить до зайвого ускладнення та дорожчання конструкції. Додатковим обмеженням для ґрат з великою кількістю елементів і, отже, великою фізичною апертурою (більше 50 мм) є трудність забезпечення акустичного контакту ґрат по всій її робочій поверхні на реальних металевих конструкціях. Фактично, томограф є багатоканальним дефектоскопом, що має

М незалежних каналів. У кожному з каналів є програмована лінія затримки й окремий генератор зондуючих імпульсів. У приймальній частині, відповідно, в кожному каналі є попередній підсилювач, аналого-цифровий перетворювач і цифрова програмована лінія затримки. Виходи всіх приймальних каналів об'єднуються в суматорі, на виході якого формується сигнал, відповідний поточному куту введення (у цифровому вигляді). Вихід суматора сполучений з обчислювальним пристроєм, який забезпечує перетворення систем координат (з полярної в декартову) для коректного відображення образу перетину на екрані дисплея. На рис. 4.30 показано зварний аустенітний шов без дефектів, але з двома свердленнями. На рис. 4.31 приведено томограму зварного шва, з якої видно розміщення сверделень та підвищення щільності аустенітного шва (крупнозерена структура).

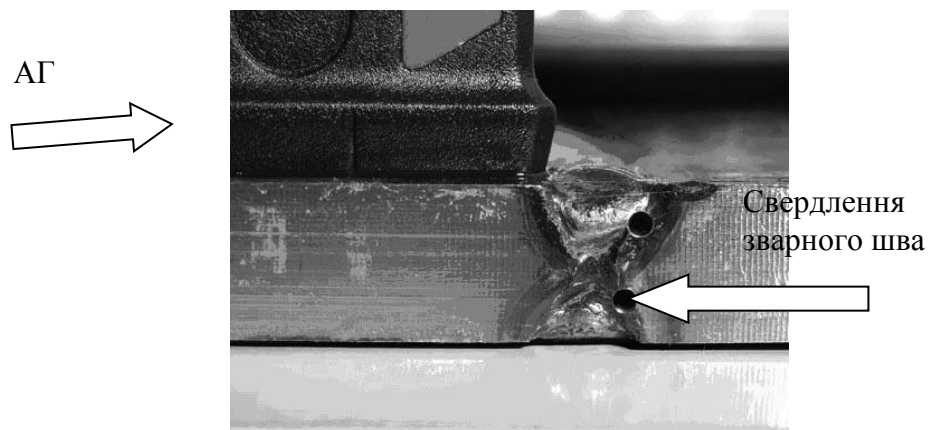


Рисунок 4.30 – Зварний шов

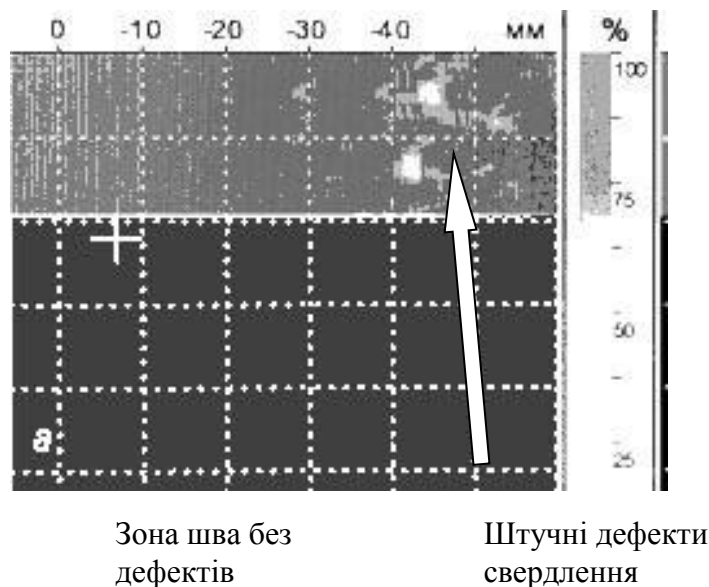


Рисунок 4.31 – Ультразвукова томограма

Переваги дефектоскопів з акустичними ґратами:

- Оперативний і високопродуктивний пошук дефектів в зварних швах, у

виробах з металів, пластмас і композитів з детальним документуванням отриманих результатів.

– Забезпечення візуалізації внутрішньої структури об'єкту контролю в режимі реального часу з частотою зміни зображення 25 кадрів в секунду.

– Можливість проведення ультразвукового контролю уздовж лінії зварного шва без поперечного сканування, за рахунок великого розміру апертури антенних ґрат і сканування віртуальним фокусом на далекі відстані, що істотно скорочує час на підготовку быляшовної поверхні зварних з'єднань, підвищуючи високу продуктивність контролю.

– Забезпечення високої частоти зміни зображень на екрані, при якій швидкість сканування уздовж зварного з'єднання може досягати 50 мм/с.

ТЕСТИ

1 Стандартний зразок СО-2 застосовується для:

а) визначення умовної чутливості, мертвої зони, погрішності глибиноміра, кута введення променя, ширини основної пелюстки діаграми спрямованості, імпульсного коефіцієнта перетворення при контролі з'єднань з маловуглецевої і низьколегованої сталей, а також для визначення граничної чутливості;

б) визначення амплітуд луно-сигналу A_1 , відбитого від дефекту, та луно-сигналу A_2 , що зазнав дзеркального відбиття від внутрішньої поверхні з'єднання, кута повороту між крайніми положеннями перетворювача, при якому максимальна амплітуда зменшується в два рази по відношенню до максимальної амплітуди луно-сигналу;

в) визначення довжини хвилі, або частоти ультразвукових коливань, чутливості, положення точки виходу променя (стріла перетворювача), кута введення ультразвукового променя в метал, погрішності глибиноміра (погрішності вимірювання координат), мертвої зони, характеристики електроакустичного перетворювача, мінімального умовного розміру дефекту, що фіксується при заданій швидкості сканування, тривалості імпульсу дефектоскопа.

2 Основні методи ультразвукового контролю:

а) метод, заснований на вимірюванні магнітного потоку, що проходить через датчик; метод, заснований на вимірюванні напруженості магнітного поля датчика; метод, заснований на вимірюванні коерцитивної сили металу;

б) метод, заснований на вимірюванні кількості газу, що пройшов через датчики; метод, заснований на вимірюванні електричного опору нагрітого дроту, що змінюється у присутності пробного газу, пасивний метод – за рахунок власного тепла, активний, – використовуючи зовнішні джерела тепла;

в) тіньовий метод, луно-метод, дзеркально-тіньовий.

3 Класифікація дефектів:

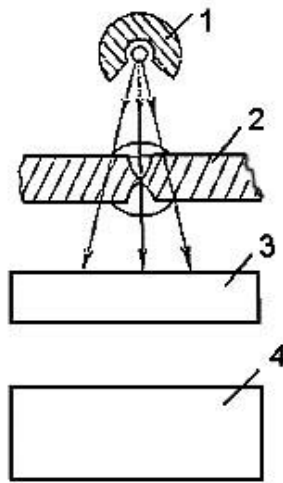
а) об'ємні непряжні (компактні); об'ємні протяжні; площинні;

б) внутрішні, зовнішні, наскрізні;

в) гарячі тріщини, холодні тріщини, кристалізаційні тріщини.

4.7 Радіаційний контроль

Можливість радіаційного контролю зварних з'єднань ґрунтується на здатності іонізуючих випромінювань проникати з тим або іншим ступенем ослаблення через зварні з'єднання і впливати на реєструючий пристрій. При проходженні через зварне з'єднання іонізуючого випромінювання відбувається його ослаблення (поглинання і розсіювання), яке залежить від товщини і щільності металу. Ступінь ослаблення залежить також від енергії самого випромінювання. Наявність у шві внутрішніх дефектів призводить до зміни інтенсивності пучка випромінювання, яке пройшло через зварне з'єднання – це випромінювання несе відповідну дефектоскопічну інформацію. На рис. 4.32 наведено схему радіаційного контролю.



1 – джерело випромінювання; 2 – об'єкт контролю;
3 – детектор випромінювання; 4 – розшифрування
та оцінювання результатів контролю

Рисунок 4.32 – Схема радіаційного контролю

4.7.1 Фізичні основи радіаційного методу контролю

В основі метода закладено здатність радіаційного випромінювання іонізувати атоми та молекули контрольованого матеріалу при проходженні випромінювання через матеріал. В результаті взаємодії радіаційного випромінювання з атомами та молекулами контрольованого матеріалу речовині, матеріалу надається додаткова енергія, достатня для розриву міжатомних зв'язків з утворенням позитивних та негативних іонів. Деякі радіоактивні ядра нестійкі, і при їх перебудові змінюється баланс між протонами та нейтронами. При цьому процесі ядро залишають різні частинки, і виникає електромагнітне випромінювання (спонтанний саморозпад ядер).

У іонізованого електромагнітного випромінювання є і корпускулярні якості, тому його можна розглядати як сукупність частинок – фотонів, які переміщуються зі швидкістю світла та мають енергію $E = h\nu$, а в свою чергу

довжина хвилі і частота пов'язані між собою співвідношенням $\lambda = c/\nu$, тому згідно (4.7):

$$h\nu = hc/\lambda, \quad (4.7)$$

де h – постійна Планка ($6,625 \cdot 10^{-34}$ Дж·с);

ν – частота електромагнітних коливань, с^{-1} ;

λ – довжина хвилі електромагнітного випромінювання, см.

Гама-випромінювання (γ -випромінювання) – самодовільний розпад нестійких ядер, названий радіоактивністю, а самі ядра (ізотопи) – радіоактивні ядра. Існує декілька типів ядерних перетворень:

- *альфа-розпад* (α -розпад), коли ядра випускають дві частинки ${}^4_2\text{He}$ визначених енергій. Цей процес притаманний для природних радіонуклідних джерел, тобто елементів з великим порядковим номером періодичної системи елементів Менделєєва, наприклад: Po №84, Ra №88, U №92 та інші;

- *бета-розпад* (β -розпад), коли ядра випускають β -частинки: електрони або позитрони, які мають енергію, відповідну даному ізотопу;

- різновидом бета-розпаду є *електронний захват*, коли ядро захоплює електрон, який належить оболонці власного атому. Найчастіше захват електронів іде з К-оболонки (процес, названий К-захват). У результаті один з протонів ядра перетворюється у нейтрон, а заряд ядра зменшується на одиницю, до того ж на К-оболонку здійснюється ще і перехід електронів з більш віддалених оболонок від ядра. Перехід електронів з більш енергетичних рівнів на оболонки з менш енергетичними рівнями супроводжується короткохвильовим електромагнітним випромінюванням. У всіх випадках випускається нейтрино (або антинейтрино). Масове число при β -розпаді не змінюється. В тих випадках, коли термін життя ядра піддається вимірюванню і він дорівнює 10^{-10} с, цей процес названо ізомірним переходом;

- *ізомірний перехід* – це такий вид перетворень, коли збуджені ядра переходять на рівень з меншою енергією або на основний рівень. Ізомерні переходи можуть існувати не тільки при випромінюванні (γ -променя), а і за рахунок передачі енергії одному із електронів атома (конверсія внутрішня).

Рентгенівське випромінювання. Таке випромінювання виникає, коли електрон проходить через речовину та досить різко втрачає свою швидкість у кулонівському полі ядер речовини. При цьому кінетична енергія різко зменшується, перетворюючись у гальмове рентгенівське випромінювання. Форма спектру гальмового випромінювання не залежить від величини енергії електронів, або β -частинок, тобто характеристичне рентгенівське випромінювання має дискретний енергетичний спектр.

Особливістю явища радіаційного розпаду є те, що з часом кількість атомів радіоактивної речовини зменшується згідно із законом радіоактивного розпаду (4.8):

$$N_t = N_0 e^{-\lambda t}, \quad (4.8)$$

де N_0 – кількість радіоактивних атомів в початковий момент часу;

N_t – кількість радіоактивних атомів на момент часу t ;

e – основа натурального логарифму;

ω – постійна розпаду даного ізотопу.

Час, за який кількість радіоактивних атомів зменшується вдвічі – період напіврозпаду (4.9):

$$T = 0,693\omega . \quad (4.9)$$

Наприклад, період напіврозпаду $^{238}_{92}\text{U}$ дорівнює $4,5 \cdot 10^9$ років, період напіврозпаду ^4_2He дорівнює $6 \cdot 10^{-20}$ секунди.

Кількісна характеристика радіоактивного розпаду *визначається активністю* радіоактивної речовини, яка характеризується кількістю розпадів ядер атомів за одиницю часу. В міжнародній системі одиниць СІ активність вимірюється у бекерелях (Бк). Один розпад за секунду – 1 Бк, але використовують и позасистемні одиниці, наприклад Кюрі (Ки).

4.7.2 Одиниці вимірювання іонізуючих випромінювань

При проходженні іонізуючих випромінювань через речовину відбуваються різноманітні процеси поглинання, перетворення енергії в інші види випромінювання.

Для оцінювання величини енергії уведено поняття *поглиненої дози випромінювання*, тобто енергії іонізуючого випромінювання, яка поглинена одиницею маси опромінюваної речовини. Одиниця вимірювання *поглиненої дози випромінювання* – джоуль на кілограм (Дж/кг), тобто це енергія в 1 Дж будь якого виду випромінювання, яка поглинена масою 1 кг. Є і позасистемні одиниці вимірювання – це рад, $1 \text{ рад} = 10^{-2} \text{ Дж/кг}$.

Потужність поглиненої дози випромінювання (потужність випромінювання) – це доза, яка поглинена у одиницю часу. *За одиницю потужності поглиненої дози випромінювання* прийнятий ватт на кілограм (Вт/кг), або рад/с.

Для характеристики рентгенівського і гамма-випромінювання також існує поняття *експозиційної дози*. Експозиційна доза – це кількісна характеристика, розрахована для сухого атмосферного повітря. *Експозиційна доза* – відношення сумарного електричного заряду іонів одного знаку, створеного випромінюванням та поглиненого у повітрі, до маси цього повітря, кулон на кілограм (Кл/кг). Позасистемна одиниця – рентген, $1 \text{ Р} = 2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ Кл/кг}$.

Потужність експозиційної дози вимірюється в амперах на кілограм (А/кг), позасистемна одиниця вимірювання – рентген в секунду $1 \text{ Р/с} = (2,57976 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг})/\text{с}$.

В табл. 4.6 наведені дані про одиниці вимірювання іонізуючих випромінювань.

Таблиця 4.6 – Одиниці вимірювання іонізуючих випромінювань

Величина	Одиниця в системі СІ	Позасистемні одиниці	Співвідношення між одиницями
Енергія	Дж	ерг	$1 \text{ ерг} = 10^{-7} \text{ Дж}$
Активність	$\text{с}^{-1} (1/\text{с})$	В	$1 \text{ В} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$
Експозиційна доза	Дж/кг	Р	$1 \text{ Р} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ Дж/кг}$
Потужність експозиційної дози	А/кг	р/с	$1 \text{ р/с} = 2,58 \cdot 10^{-4} \text{ А/кг}$
Інтенсивність випромінювання	Вт/м ²	ерг/см ² ·с	$1 \text{ ерг/см}^2 \cdot \text{с} = 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$

Розглянемо розподіл потужності дози за об'єктом, який просвічується іонізуючим випромінюванням рис. 4.33. Хай цей об'єкт є пластиною товщиною l у напрямі просвічування, і в ній містяться порожнини, виступи, неоднорідності, розміри яких на всіх напрямках у багато разів менше довжини вільного пробігу випромінювання в цій речовині. Потужність дози в точці, розташованій за об'єктом, за його відсутності рівна P_0 .

Розсіянням в повітрі нехтуватимемо. Враховуючи те, що неоднорідності, наявні в пластині, незначні, можна чекати, що повна потужність дози за об'єктом дорівнюватиме (4.10):

$$P_n = P_{nr} + P_r = P_0 [\exp(-\mu l)] B_D(l), \quad (4.10)$$

де P_n – повна потужність дози за об'єктом;

P_{nr} – потужність дози не розсіяного випромінювання;

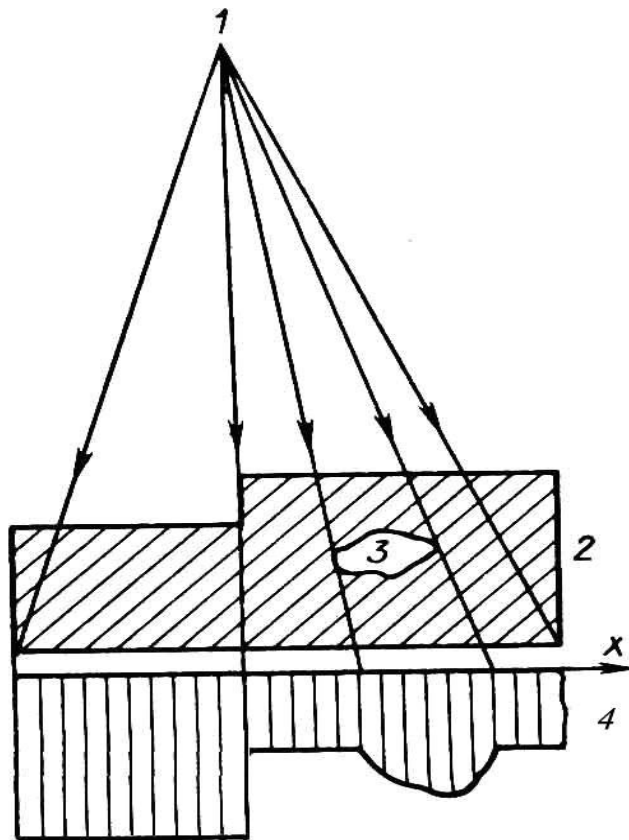
P_r – потужність дози розсіяного випромінювання;

P_0 – потужність дози випромінювання за об'єктом за його відсутності;

$l = 1/\mu$ – довжина вільного пробігу випромінювання, тобто на цій довжині випромінювання слабшає в e разів;

μ – лінійний коефіцієнт ослаблення випромінювання в основному матеріалі;

B_D – дозовий чинник накопичення випромінювання.



1 – джерело випромінювання; 2 – контрольована речовина;
3 – дефект; 4 – еюра потужності випромінювання за об'єктом

Рисунок 4.33 – Розподіл потужності дози за об'єктом

Оцінимо зміну потужності дози за пластиною, що викликається неоднорідностями довжиною Δl . Нехай лінійний коефіцієнт ослаблення в матеріалі неоднорідності дорівнює μ_D . Зміна потужності дози створюється лише тим випромінюванням, яке пройшло через об'єкт без взаємодії, тобто первинним випромінюванням; розсіяне ж випромінювання розповсюджується за всіма напрямками і не може нести скільки-небудь істотної інформації про дефекти. Тому розглянемо формулу (4.11).

$$\Delta P = -P_o [\exp(-\mu l)] (\mu - \mu_D) \Delta l, \quad (4.11)$$

де μ_D – лінійний коефіцієнт ослаблення випромінювання в матеріалі дефекту (у разі повітряної порожнини можна прийняти $\mu_D = 0$).

Якщо ΔP є невеликим місцевим збільшенням товщини металу, типу бризок металу на його поверхні, то отримаємо формулу (4.12):

$$\Delta P = -P_o [\exp(-\mu l)] \mu_D \Delta l. \quad (4.12)$$

Якщо хімічний склад і щільність такого типу дефектів (неоднорідностей) співпадають з характеристиками основного металу, то отримаємо формулу (4.13):

$$\Delta P = -P_o [\exp(-\mu l)] \mu \Delta l. \quad (4.13)$$

Відносну зміну потужності дози за об'єктом можна записати у вигляді формули (4.14) – для дефектів типу порожнеч:

$$\Delta P/P = \mu \Delta l B. \quad (4.14)$$

А для дефектів, що відрізняються за хімічним складом від основного матеріалу (або за щільністю) – за формулою (4.15):

$$\Delta P/P = (\mu - \mu_D) \Delta l B. \quad (4.15)$$

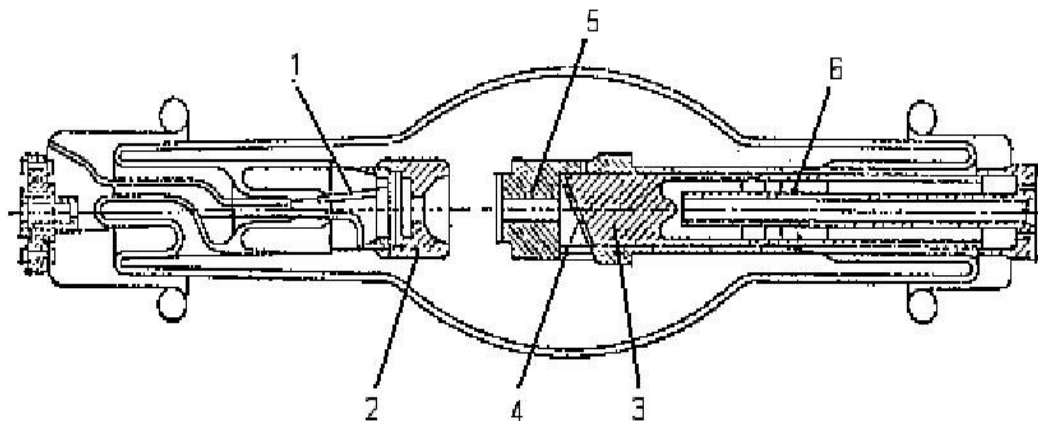
При просвічуванні зварного з'єднання потужність дози випромінювання за об'єктом буде менша через розсіювання по товщині металу і через неоднорідності, які знаходяться в металі, проте якщо в металі є порожнечі, тріщини, флокени, то ослаблення на цій ділянці буде декілька менше рис. 4.33.

4.7.3 Типи джерел іонізуючих випромінювань

Для створення іонізуючого випромінювання найчастіше застосовують:

- рентгенівські апарати (рентгенівські трубки);
- прискорювачі заряджених частинок;
- радіоактивні ізотопи

Рентгенівські трубки є джерелами характеристичного та гальмового випромінювань у діапазоні енергій 0,5...1000 кеВ для просвічування сталевих листів товщиною до 160 мм. На рис. 4.34 представлена схема рентгенівської трубки. Корпус трубки скляний.

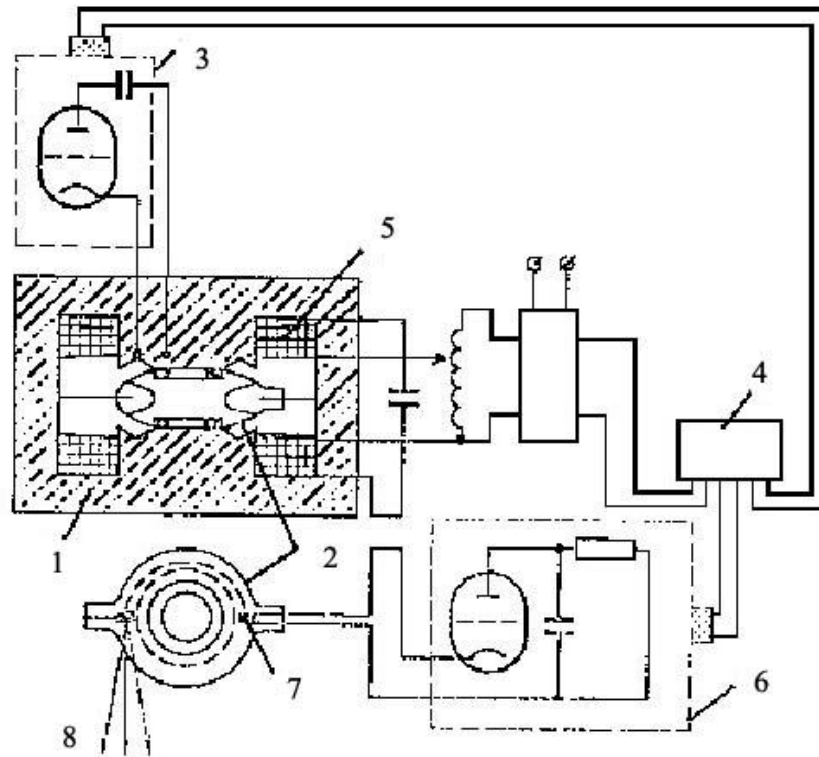


- 1 – катод; 2 – фокусуючий пристрій;
3 – анод; 4 – вольфрамова мішень; 5 – чохол анода;
6 – патрубок для охолоджуючої рідини

Рисунок 4.34 – Схема рентгенівської трубки

Рентгенівський апарат складається з електронної рентгенівської трубки у захисному кожуху, катодного та анодного генераторних пристроїв, штатива, масляного насосу, пульта керування.

Прискорювачі заряджених частинок застосовуються для підвищення швидкості електронів. Типовим представником таких пристроїв є бетатрон рис. 4.35. Прискорювачі заряджених частинок (прискорювачі електронів) є джерелами високо енергетичного гальмового випромінювання (до 35 MeV). Такі прискорювачі використовують для просвічування сталених деталей товщиною понад 450 мм. Можливе їх використання як β -випромінювачів великої енергії та генераторів нейтринного потоку.



1 – магнітопровід; 2 – камера; 3 – блок живлення;
4 – пульт керування; 5 – обмотки електромагніту;
6 – блок живлення інжектора; 7 – інжектор;
8 – прискорені електрони

Рисунок 4.35– Схема бетатрону

Бетатрон – це індукційний прискорювач електронів. У патрубку бетатронної камери встановлено інжектор, призначення електромагніту – ініціювати електричне поле для прискорення електронів. Електрони, внесені інжектором у камеру, прискорюються вихоровим кільцевим електричним полем. Прискорені електрони зміщуються з рівноважної орбіти та направляються на мішень з вольфраму чи платини, у результаті гальмування електронів мішенню виникає жорстке випромінювання з вузьким кутом розкриття, що підвищує чутливість та якість проведення дефектоскопічного контролю.

Радіоактивні ізотопи є джерелами рентгенівських α , β , γ -випромінювань і використовуються для контролю деталей товщиною до 200 мм. Конструктивно радіоізотопні джерела є двох типів – шлангові та дефектоскопи по типу затворів. Дефектоскопи складено з таких основних блоків: радіаційна головка з

джерелом випромінювання, пристрій для безпечного зарядження головки ампулами, пульт керування дистанційним переміщенням ампул, випускам та перекриттям γ -випромінювання, штатив для кріплення радіаційної головки відносно об'єкту контролю. Радіаційні головки мають захист, який забезпечує зниження потужності дози випромінювання на відстані 1 м від джерела у положенні зберігання 2,8 мР/год і на відстані 0,1 м до 100 мР/год. На рис. 4.36 наведено схеми дефектоскопів типу затворів.

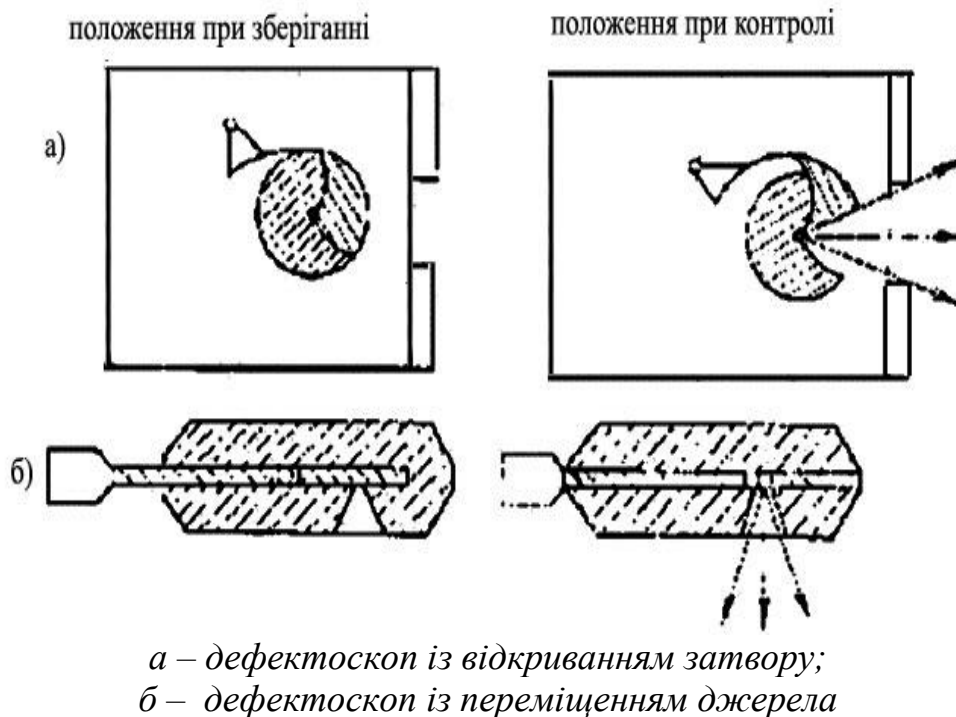


Рисунок 4.36 – Схема дефектоскопів типу затворів

Джерело рентгенівського випромінювання – це запаяна ампула з корозійностійкої сталі, яка для герметизації зовні оброблена епоксидною смолою. Всередині ампули розміщені штучні радіонукліди, які отримують у ядерних реакторах при опромінюванні речовин у нейтронних потоках, або при обробленні продуктів розпаду у ядерних реакторах.

Класифікація джерел випромінювань приведена на рис. 4.37.

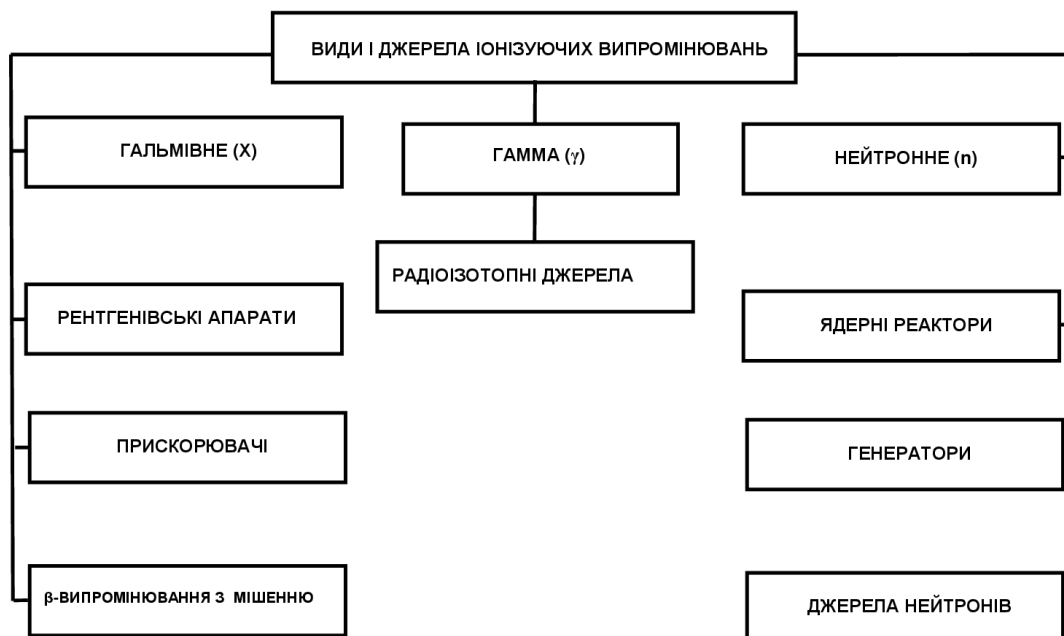


Рисунок 4.37 – Види й джерела іонізуючих випромінювань

Наприклад відоме *гальмівне випромінювання* це електромагнітне випромінювання, що випускається зарядженою часткою при її розсіянні (гальмуванні) в електричному полі (рентгенівські апарати, прискорювачі, β -випромінювання з мішенню); *γ -випромінювання або гамма-промені* – електромагнітне випромінювання найвищої енергії з довжиною хвилі меншою за 1 ангстрем (радіоізотопні джерела); *нейтронне випромінювання* – це ядерне випромінювання, яке складається з потоків нейтронів. Основним джерелом нейтронів різних енергій служить ядерний реактор.

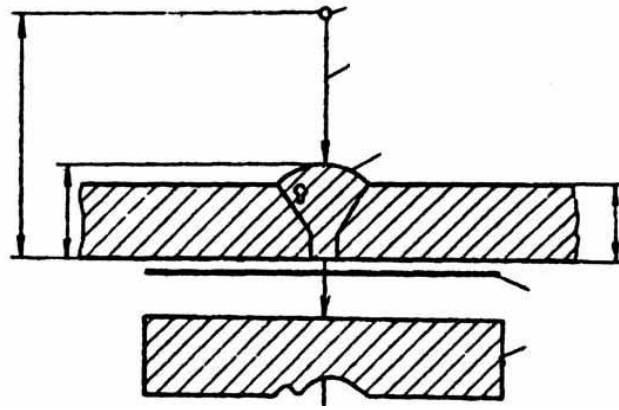
Радіаційний метод контролю за способами індикації дефектоскопічної інформації поділяють на радіографічний, радіоскопічний і радіометричний. В табл. 4.7 наведено класифікацію дефектів при радіаційних випробуваннях.

Радіографія – метод контролю, при якому тіньове зображення внутрішньої структури просвічуваного об'єкту фіксується на фотоплівці, фотопапері або ксерограмі рис. 4.38. Для просвічування зварних з'єднань використовують рентгенівські апарати і радіоактивні ізотопи.

Нейтронне випромінювання використовується для контролю з'єднань важких металів, матеріалів, які містять водень, і радіоактивних виробів. Радіографічні методи дозволяють здійснювати контроль з'єднань товщиною 1...500 мм з чутливістю 1...2 %.

Таблиця 4.7 – Класифікація видів дефектів

Найменування виду дефектів	Позначення	
	РС СЕВ	ГОСТ 23055–82
Газові включення (пори)	А	П
Тверді включення (шлаки, метали)	В	Ш
Несплавлення	С	Н
Непроварювання	Д	Н
Тріщини	Е	Т
Неправильні форми та інші дефекти	Ф	–

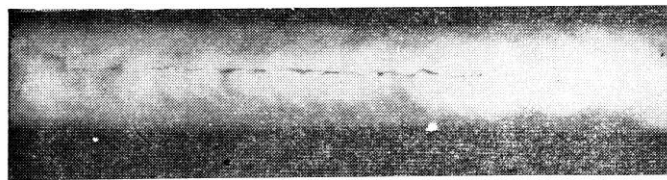


- 1 – джерело випромінювання; 2 – рентгенівський пучок;
 3 – зварний шов; 4 – фоточутлива плівка;
 5 – елюра випромінювання

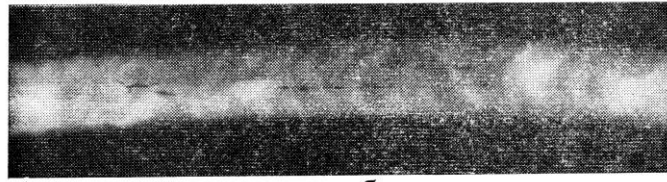
Рисунок 4.38 – Схема радіографічного контролю

Найбільшого поширення в промисловості набули різні типи рентгенівських плівок. Електрорентгенографія – метод, що забезпечує отримання рентгенограм на звичайному папері. Це апарати типу ЕРГА, ЕРЕНГ і малогабаритні імпульсні апарати НОРА, МИРУ, АРІНА. Окрім рентгенівських апаратів, застосовуються гама-дефектоскопи, лінійні прискорювачі, бетатрони, мікротрони.

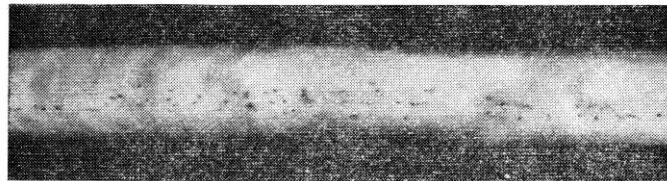
Знімок, отриманий при радіографічному контролі, необхідно розшифрувати. *Розшифровкою* називають процес ототожнення різних елементів і деталей зображення знімка з дійсними дефектами, наявними в зварному з'єднанні. На рис. 4.39 приведені приклади дефектів, виявлених радіографічним методом [29].



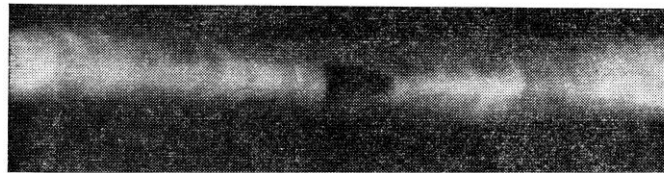
а



б



в



г

*а – тріщина; б – непроварення;
в – пори; г – шлакове включення*

Рисунок 4.39 – Приклади виявлених дефектів

Розшифровку зазвичай виконують за допомогою негаскопа, який має рівномірне випромінююче поле з регульованою яскравістю. Про розміри дефектів за глибиною судять за ступенем потемніння плівки в місці дефекту, у зіставленні з потемнінням плівки в місці розташування канавки еталону, глибина якої відома. При отриманні радіографічного знімка обов'язково в касету з рентгенівською плівкою закладають еталон, номер контролю, номер контролера, дату проведення контролю.

Залежно від максимально допустимих розмірів дефектів, їх вигляду, числа, довжини окремих дефектів і сумарної довжини, а також відстаней між ними ГОСТ 23055–82 встановлює 7 класів зварних з'єднань. Тріщини, як найбільш небезпечний дефект, не допускаються ні в одному з цих класів.

Радіоскопія (радіаційна інтроскопія) – метод контролю, при якому отримують видиме динамічне зображення внутрішньої будови просвічуваного зварного з'єднання. Суть методу полягає в прийомі і перетворенні іонізуючого випромінювання, яке пройшло через зварне з'єднання, і «прихованого» в ньому радіаційного зображення в світлотіньове, посиленні та передачі цієї інформації для візуального аналізу, або відразу ж на екран, або на відстань за допомогою оптичних і телевізійних систем. *Радіаційна інтроскопія в порівнянні з радіографією має перевагу, оскільки дає можливість відразу ж судити про наявність дефектів у момент просвічування.* Для перетворення радіаційного

зображення в світлотіньове використовуються властивості деяких кристалічних речовин світитися під дією іонізуючих випромінювань – люмінесценція (для флюороскопічних екранів застосовують суміш кристалів сульфїду цинку і кадмію, активованих сріблом).

Чутливість методу (3...8 %) забезпечує стереоскопічне бачення дефектів і безперервність контролю. Джерелами випромінювання зазвичай служать рентгенівські апарати. Радіоскопічним (радіаційна інтроскопія) методом отримують видиме динамічне зображення внутрішньої структури виробу на екрані оптичного пристрою або телевізійного приймача.

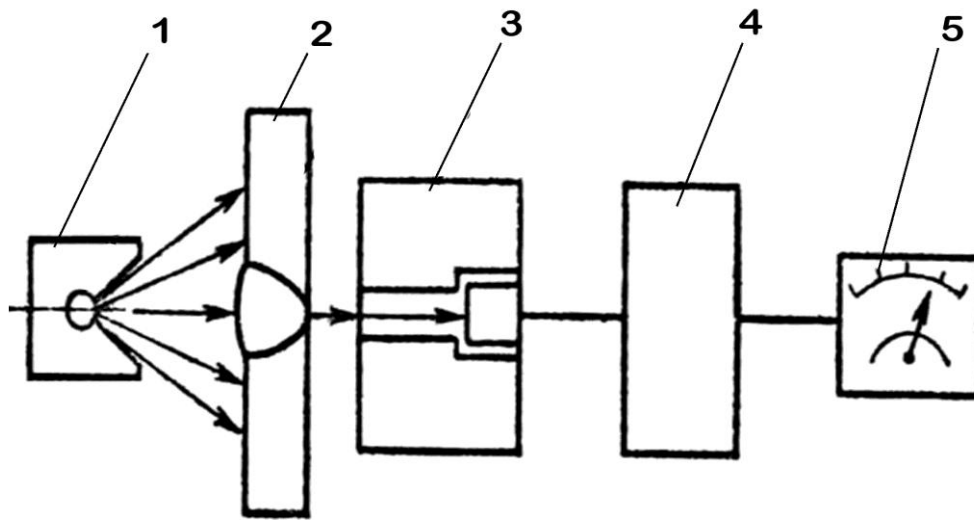
Чутливість методу декілька поступається радіографічному. Перевага – можливість стереоскопічного бачення дефектів під різними кутами і безперервність контролю. Застосування радіоскопії в промисловості зростає. При радіоскопічному методі інформацію про іонізуюче випромінювання отримують за допомогою флюороскопічних екранів, електронно-оптичних і оптичних перетворювачів, оптичних підсилювачів і телевізійних систем. Іноді для документування результатів контролю застосовують пристрій кіно- і магнітного запису. Метод радіоскопії дозволяє досліджувати контрольований об'єкт безпосередньо у момент його просвічування.

Промисловістю випускається рентгенодефектоскопічна апаратура, яка забезпечує повну радіаційну безпеку оператора під час роботи, дозволяє вести електронне збільшення зображення. Для цих цілей застосовують телевізійні установки, в яких відеосигнал передається за допомогою коаксіального кабелю, що забезпечує зручність застосування таких установок у виробничих умовах. Промислові телевізійні установки істотно відрізняються одна від одної типами передавальних трубок. Поширені установки з передавальними телевізійними трубками типу суперортікон, призначеними для роботи в умовах низької освітленості об'єктів, і установки з передавальними телевізійними трубками типу відікон для передачі зображень високої яскравості. Передавальні трубки обох типів в першому випадку працюють на зовнішньому фотоефекті, в другому – на внутрішньому (фотопровідність).

Випускаються передавальні трубки типу ізокон. Найбільшого поширення з вітчизняних радіаційних інтроскопів набули ЛУЧ-3М и РИ-60ТЭ на базі рентгенапарату РАП-150/300-10, що забезпечують чутливість 3...4 % по сталі завтовшки до 35 мм.

При радіаційній інтроскопії також застосовують електронно-оптичні перетворювачі, за допомогою яких отримують посилення яскравості в 3000 разів, яскравість зображення досягає 100 кд/м².

Радіометрія – метод отримання інформації про виріб, що просвічується іонізуючим випромінюванням, у вигляді електричних сигналів. Суть методу полягає в просвічуванні контрольованого об'єкту вузьким колімірованим пучком гальмівного або гама-випромінювання, реєстрації випромінювання, яке пройшло детектором, перетворенні його в електричний сигнал, який через підсилювач поступає на реєструючий пристрій – міліамперметр, осцилограф, самописець і т.і. На рис. 4.40 приведена схема радіометрії.



1 – джерело випромінювання; 2 – виріб; 3 – коліматор;
4 – підсилювач; 5 – реєструючий прилад

Рисунок 4.28 – Схема радіометрії

Радіометрія відрізняється високою продуктивністю, її чутливість 0,3...1,0 %. У радіометричній дефектоскопії широко застосовуються радіоізотопні джерела випромінювання, такі як детектори – сцинтиляційні кристали, газорозрядні лічильники. Рентгенівські промені, що мають коротку довжину хвилі і виникають при напрузі 50...2000 кВ, називають жорсткими, а що мають велику довжину хвилі (при 20...30 кВ) – м'якими. Рентгенівські трубки дозволяють отримувати рентгенівські промені з енергією до 10 МеВ. Гама-випромінювання, що випускається ядром атома в результаті енергетичних змін усередині ядра, виникає в штучних або природних радіоактивних ізотопах при їх розпаді. Під час переходу ядра атома з одного енергетичного стану в інший утворюються α - (ядра гелію) і β -частки (електрона), γ -кванти, що мають більшу проникну здатність в порівнянні з α - і β -частками. Тому γ -промені використовуються при контролі зварних з'єднань великої товщини. У промисловій дефектоскопії застосовуються радіоізотопні джерела, які можна отримувати при опромінюванні радіоактивних заготовок в нейтронних потоках ядерного реактора (Co_{60} , Ir_{192}), або за рахунок розділення залишкових продуктів ядерного реактора (Cs_{137} и Sr_{90}).

Нейтронне випромінювання виникає в процесі ядерних реакцій при бомбардуванні атомних ядер. Нейтронне випромінювання має високу проникну здатність, тому навіть свинець є для нього прозорим середовищем, в той же час кадмій – хороший екран. Радіаційний вихід будь-якого радіоактивного ізотопу при випромінюванні має таку ж потужність дози, як і 1г радію, і називається грам-еквівалент радію.

За допомогою *радіометрії* отримують інформацію у вигляді електричних сигналів про наявність внутрішніх дефектів контрольованого виробу, що просвічується іонізуючим випромінюванням. Існуючі радіометричні системи побудовані за диференціальною схемою з використанням сцинтиляційних детекторів, що живляться струмом високої напруги. Для цих цілей в ІЕЗ

ім. Є. О. Патона використано напівпровідниковий детектор з кремнію з (*p-n*)-переходом. При радіометричному контролі зварних з'єднань колімірований пучок іонізуючого випромінювання просвічує з'єднання і, після проходження контрольованої ділянки, реєструється двома роздільними напівпровідниковими детекторами. Для цієї системи використовують еталон, що є, наприклад, прямокутною пластиною, в якій є свердлення діаметром 2 мм і завглибшки 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1 мм. Товщина еталону береться рівною товщині контрольованого об'єкту. Зварні з'єднання згідно із ГОСТ 7512–82 просвічують за схемами, приведеними на рис. 4.29.

У з'єднаннях, що виконуються дуговим і контактним зварюванням, спостерігаються дефекти, переважно по осі шва. Це пояснюється тим, що через інтенсивність тепловідведення в обидві сторони від зварного з'єднання, кристалізація в зоні осі шва відбувається в останню чергу. Тому в осі шва концентруються всі газові та інші включення.

Переваги радіометрії: висока чутливість (вище, ніж в радіографічного методу), висока продуктивність, можливість безконтактного контролю якості рухомого виробу, що особливо зручно при потоковому виробництві (можливе здійснення зворотного зв'язку з технологічним процесом).

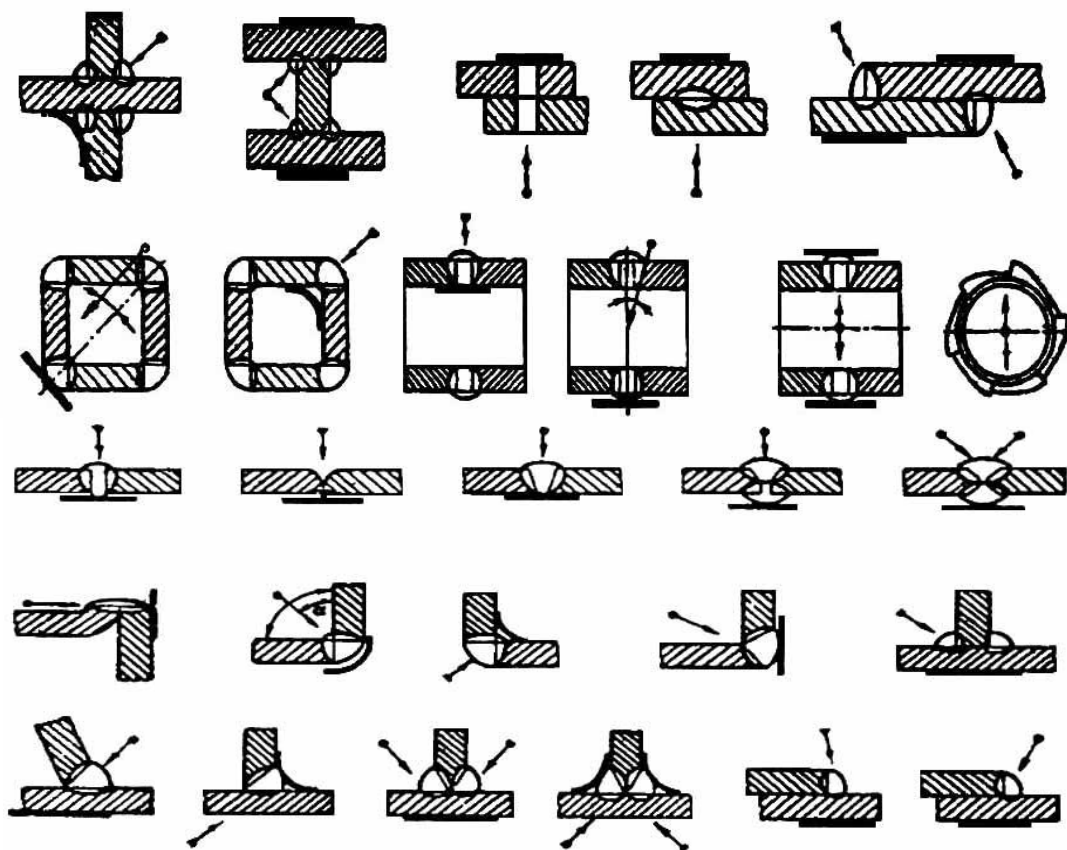
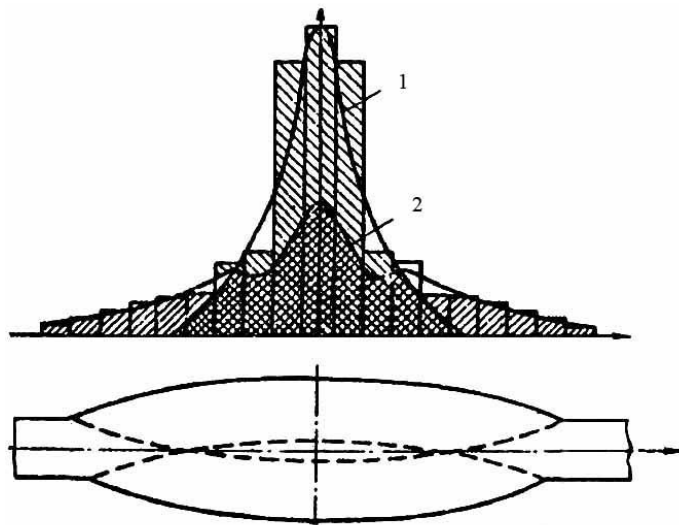


Рисунок 4.29 – Схеми просвічування зварних з'єднань

Основний недолік радіометрії: інтегруючі властивості – одночасна реєстрація сигналу від дефекту і від зміни товщини виробу. Це утрудняє можливість визначення форми, розмірів і глибини залягання дефекту – інколи виявляється необхідним знімати або зачищати посилення зварного шва.

Подальшим розвитком радіографії є радіаційна обчислювальна томографія. На відміну від звичайної радіографії об'єкт просвічується великою кількістю джерел випромінювання, виріб переміщається за певною програмою, результати контролю запам'ятовуються і аналізуються за допомогою ЕОМ, а потім на основі створеної моделі внутрішньої структури об'єкту формується її зображення на екрані, тобто забезпечується наочність. На рис. 4.30 представлена гістограма розподілу дефектів в швах, отриманих способом двостороннього зварювання під флюсом, як рентгенівського, так і ультразвукового контролю. При порівнянні двох гістограм необхідно відзначити їх збіжність, особливо в центрі зварного шва. Цей факт означає, що ці види контролю, не дивлячись на відмінність фізичних полів, застосованих при контролі, визначають дефекти зварних швів з достатньою точністю.



1 – рентгено-телевізійний спосіб; 2 – ультразвуковий спосіб

Рисунок 4.30 – Гістограми розподілу дефектів, виявлених рентгенівським і ультразвуковим способом

Треба відзначити, що при роботі з методами радіаційного контролю необхідно забезпечити заходи безпеки, враховуючи вимоги нормативних документів з охорони праці при роботі з радіаційними матеріалами.

Показники дефектності радіаційного контролю

Допустимість дефектів для конкретних зварних конструкцій обумовлюється галузевими стандартами, правилами контролю та іншими галузевими документами.

Як показник дефектності можна прийняти параметр реальної небезпеки (4.16):

$$q = S/S_p \quad (4.16)$$

де S_p – площа розрахункового перетину;

S – площа дефекту в розрахунковому перетині рис. 4.31.

$S_p = \delta L$, де L – протяжність шва; δ – товщина зварюваного металу; розрахункова довжина вимірювання $L_o = 10\delta$ при $\delta < 40$ мм, $L_o = 400$ мм

при $40 \text{ мм} < \delta < 100 \text{ мм}$; площа дефекту визначається за результатами радіаційного контролю.

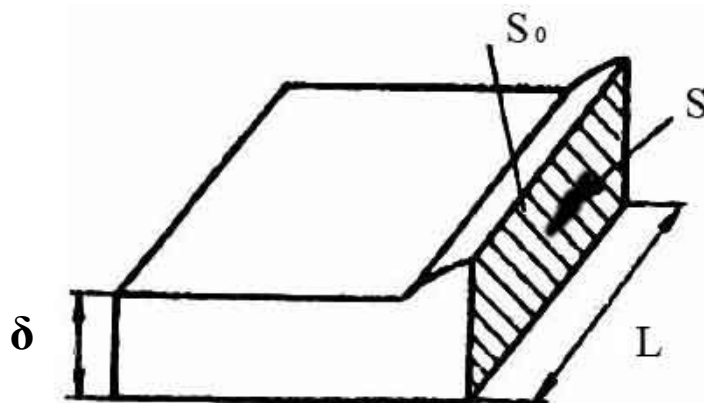


Рисунок 4.31 – Схема розрахунку параметра реальної небезпеки – q

Використання чисельного значення введеного параметра, як характеристики виробу, дозволило характеризувати зварні шви поділянням на п'ять класів:

до першого класу відносяться зварні шви при $q = 0...0,001$;

до другого – $q = 0,002$;

до третього – $q = 0,005$;

до четвертого $q = 0,01$;

до п'ятого $q = 0,02$.

Таким чином, мірою *реальної небезпеки* є параметр q , залежний від лінійних розмірів дефекту, а мірою потенційної небезпеки дефекту – параметр $p = a/a_3$ (відношення мінімального лінійного розміру дефекту до максимального). В результаті можна збудувати двовимірний *pq-простір*, що охоплює всю безліч поєднань розмірів рис. 4.32. Цей *pq*-простір розділений на п'ять областей, кожна з яких представляє певний клас дефектності. Величини a_1, a_2, a_3 — лінійні розміри дефекту уздовж декартових осей.

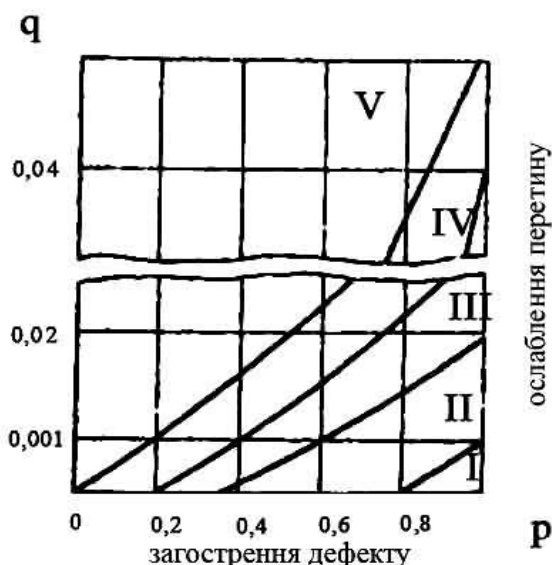


Рисунок 4.32– Побудова *pq*-простору

Римськими цифрами вказана область *pq*, що відповідає класу зварного шва.

При контролі стикових з'єднань випромінювання направляють перпендикулярно шву рис. 4.29. При дослідженні швів внапусток і таврових з'єднань промені направляють під кутом 45° до площини листа чи тавра, а також по сколах кромek. Кільцеві шви труб і казанів діаметром 500...1500 мм просвічують за одну експозицію.

При цьому джерело випромінювання розташовують по осі виробу в площині зварного стику. За відсутності доступу усередині радіографія кільцевих швів проводиться через дві стінки з трьох або більше положень. Шви труб малого діаметру просвічують тільки через стінки, направляючи випромінювання під кутом. На знімку при цьому виходить «еліпс». Рівність умов виявлення дефектів досягається просвічуванням кільцевого стику через дві стінки при відносному переміщенні контрольованої труби, реєстратора і джерела випромінювання.

Згідно з ГОСТ 7412–82 передбачено три види еталонів чутливості – канавкові, дріт'яні і пластинчасті рис. 4.33. Еталони чутливості виготовляють з матеріалу, аналогічного матеріалу зварного виробу. Кожен еталон розміщується в закритому поліетиленовому чохлі. Сюди ж поміщають і знаки, які позначають матеріал і номер еталону, наприклад – Fe 3.

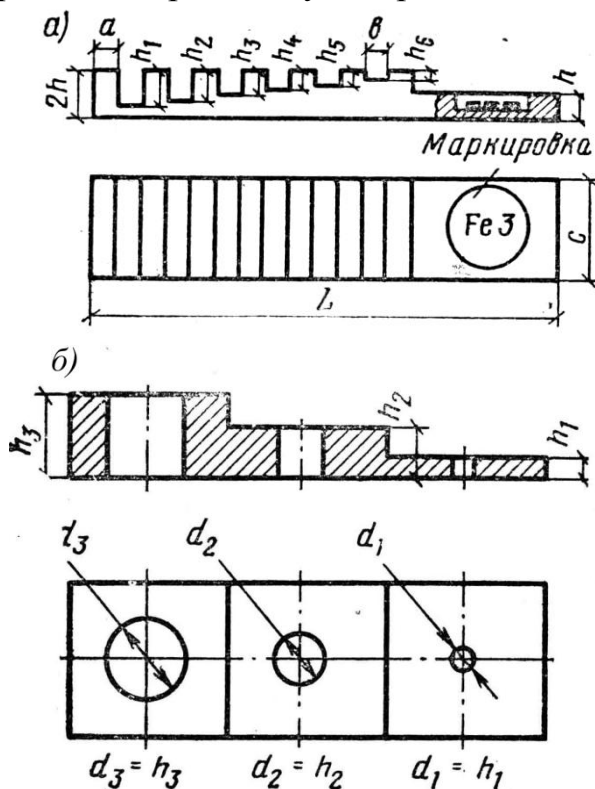


Рисунок 4.33 – Канавковий (а) і пластинчасті (б) еталони

Канавкові еталони із змінною глибиною канавок застосовують при просвічуванні виробів з очікуваними об'ємними дефектами типу пор, шлакових включень, раковин. Це дає можливість визначити орієнтовний максимальний розмір дефекту у напрямі просвічування.

Дротяні еталони використовуються для контролю виробів з дефектами типу непроварів і макротріщин.

Пластинчастий ступінчастий еталон використовується для різних типів дефектів.

Чутливість знімка характеризується величиною мінімального дефекту, який надійно виявляється на знімку. Абсолютна чутливість визначається за допомогою еталону (канавкового, пластинчастого, дротяного) за значенням найменшого діаметру видимого дроту, найменшої глибини видимої канавки, найменшої товщини пластинчастого еталону.

Дротяні еталони розташовують під прямим кутом до осі зварного шва, і так, щоб дроти його перетинали. Канавкові й пластинчасті еталони розташовують паралельно осі шва рис. 4.34.

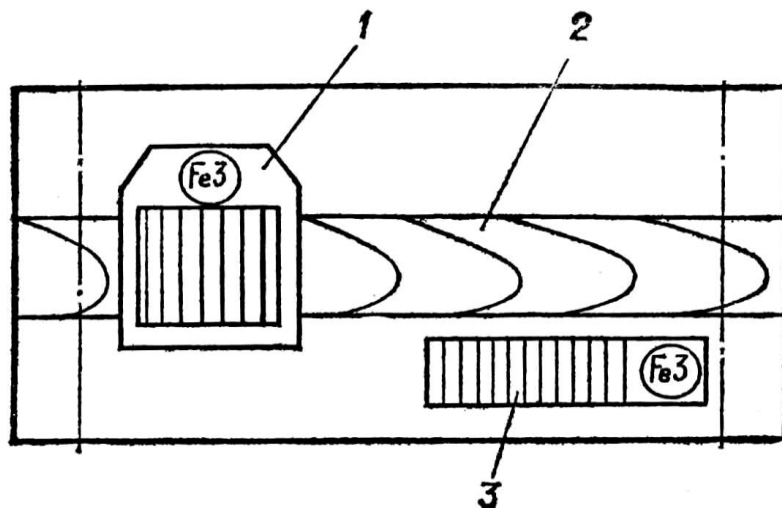
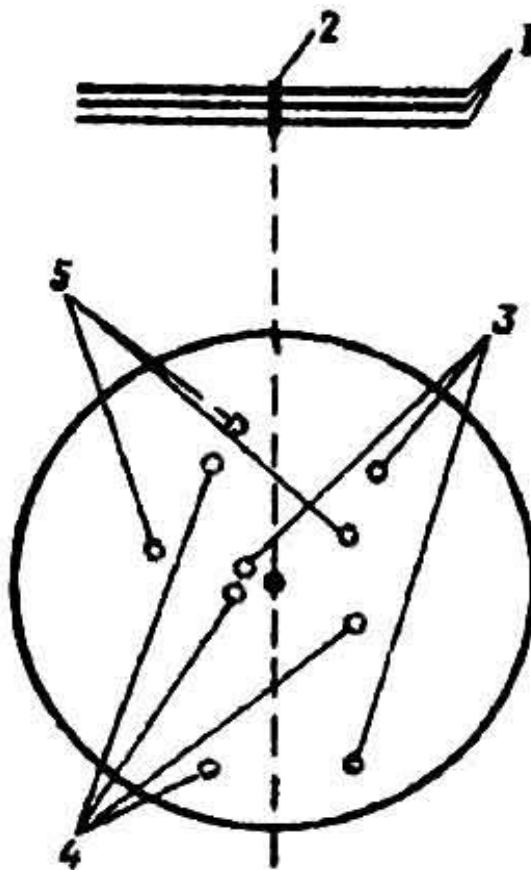


Рисунок 4.34 – Розташування еталонів при просвічуванні

Оцінка рівня якості радіаційного контролю такими еталонами досить суб'єктивна, оскільки координати дефектів, розташованих строго за ранжиром, заздалегідь відомі операторові. Знайшовши найбільший штучний дефект, оператор легко знаходить і решту дрібніших дефектів. Тому для наближення процесу виявлення еталонних дефектів до процесу виявлення випадкових дефектів при контролі реальних об'єктів застосовують пластинчасті статистичні еталони рис. 4.35.

Пластини перед просвічуванням встановлюють в довільному положенні одну щодо одної шляхом повороту кожної пластини на довільний кут навколо загальної осі. При цьому розташування дефектів один щодо одного набуває випадкового характеру. Якість виявлення дефектів визначають за знімком, як відносне число виявлених дефектів. При подальшому просвічуванні пластини знов встановлюють в довільному положенні одна щодо одної шляхом повороту на різні кути навколо осі обертання. При цьому реалізується новий варіант випадкового розподілу еталонних дефектів, але їх загальне число постійне.



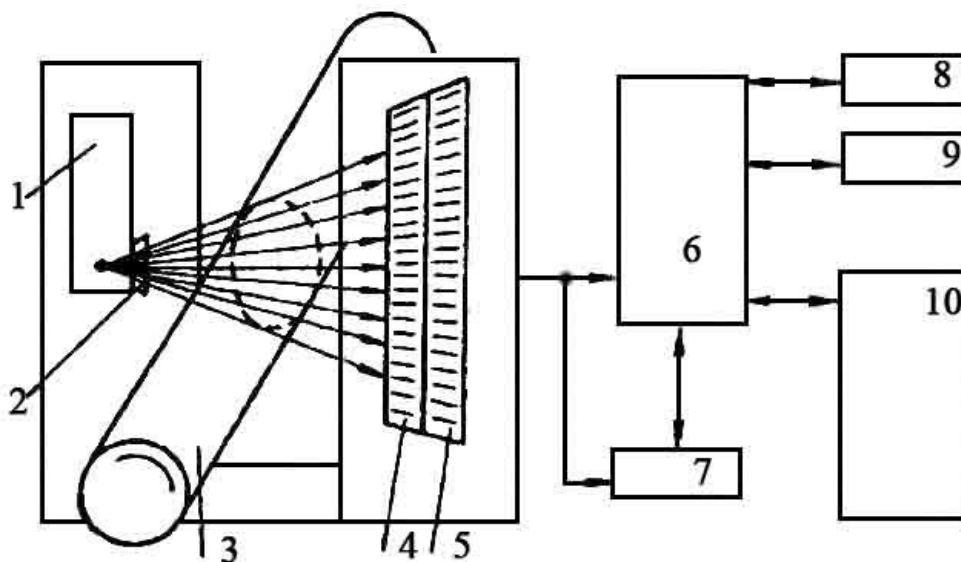
*1 – пластини; 2 – вісь обертання;
3...5 – дефекти на першій, другій, третій пластині*

Рисунок 4.35 – Пластинчастий статистичний еталон

Обчислювальна томографія

В основі застосування традиційних радіаційних методів контролю лежить принцип тіньового просвічування з відтворенням на плівці або на двовірній площині екрану. Ці методи ефективні при контролі тонких і однорідних об'єктів. При малій товщині включення тріщини мало маскують одна одну, проте при великій товщині тіні поряд розташовані дефекти накладаються друг на друга. Тому набув поширення метод обчислювальної томографії рис. 4.36.

Метод обчислювальної томографії без порушення цілісності виробу дозволяє: відтворювати і аналізувати його будову, вимірювати геометричні розміри і відносне розташування елементів структури; кількісно досліджувати властивості матеріалів і документувати результати контролю у формі, зручній для подальшої діагностики.



1 – джерело випромінювання; 2 – коліатор; 3 – контрольована деталь; 4 – детекторний блок; 5 – коліатор детекторів; 6 – комп'ютер; 7 – спецпроцесор; 8 – принтер; 9 – блок магнітної пам'яті; 10 – дисплей

Рисунок 4.36 – Схема трансмісійного томографа

Структурна схема обчислювальної томографії для контролю промислових виробів показана на рис. 4.36. Джерело і детектори випромінювання розташовані в одній площині по різні сторони від випромінюваного об'єкту. Просторове положення джерела випромінювання, коліаторів, що формують випромінювання, і детекторів узгоджене між собою і щодо координат відтворного перетину. Ці блоки разом із засобами механічного переміщення контрольованого виробу складають скануючу систему, яка використовується для збору кількісних даних про ослаблення випромінювання контрольованим виробом уздовж кожного з приблизно 1000 напрямів, що лежать в площині вибраного перетину. Необхідний кут повороту виробу в процесі вимірювань зазвичай складає 180...360°. Для проведення вказаних вище вимірювань необхідні елементи живлення, управління і контролю всіх систем, а також засоби перетворення вимірювальних даних в цифровий код для подальшої математичної обробки.

Вимірювальні дані поступають на вхід обчислювального комплексу, для оброблення розподілу лінійного коефіцієнта ослаблення $\mu(x, y)$ за вибраним перетином контрольованого об'єкту. Отримані дані фіксуються в магнітній пам'яті, документуються на паперовому носії (принтері) і відображаються на дисплеї.

Рентгенографічні кроулери

Якість внутрішньої поверхні трубопроводів і зварних швів, надійність з'єднань впливають на функціональність і безперебійну роботу будь-якої інженерної системи. Здійснення неруйнівного контролю – це гостра необхідність при експлуатації комунікаційних мереж, магістральних трубопроводів. Є багато способів перевірки стану внутрішньої поверхні

трубопроводів: вихорострумний, електричний, акустичний, електричний, радіаційний та інші.

Сьогодні активно застосовується для виявлення дефектів трубопроводів метод рентгенографії – гістросальпінгографія (гсг). Використовують рентген-контроль для виявлення внутрішніх дефектів зварних швів і з'єднань в трубопроводах різного призначення. Слід зазначити особливу ефективність даного методу при контролі зварних з'єднань. Залежить міра поглинання від атомного номера елементу, а також від щільності матеріалу. Якщо в трубопроводі присутні такі дефекти, як тріщини, пори, включення чужорідних матеріалів або шлаки, це приводить до ослаблення рентгенівських променів в тій або іншій мірі. Здійснюючи такий контроль можна визначити інтенсивність розташування неоднорідностей в матеріалі і зробити висновок про загальний внутрішній стан трубопроводу.

Щоб проводити радіаційний контроль труб необхідне спеціальне устаткування і матеріали: рентгенографічні апарати або рентгенівські кроулери, рентгенівська плівка, підсилюючі екрани, реактиви, проявочна техніка, інші аксесуари, необхідні для обробки рентгенівської плівки. Рентгенівські апарати не завжди можна доставити в потрібне місце для проведення досліджень. Тому їх успішно замінюють рентгенографічними кроулерами. Рентгенографічними кроулерами називають автономні пристрої модульного типу, що є компактним рентгенографічним апаратом. Кроулери можуть пересуватися усередині трубопроводу, працюють без дротів, управління ними здійснюється дистанційним ізотопним пристроєм. Мінімальний діаметр трубопроводу, в якому може працювати найменший кроулер, складає 135 мм. Рентген труб можна проводити в підземних, наземних, підводних системах, із застосуванням дистанційного керування. На рис. 4.37 та рис. 4.38 показані рентгенографічні кроулери. Кроулер запрограмовано на виконання декількох команд. Це устаткування може знімати рентгенограми, зупинятися і переміщатися. Рух устаткування здійснюється на електротязі. Завдяки модульній конструкції кроулера, можна при необхідності розбирати устаткування і встановлювати модулі з іншими параметрами.



Рисунок 4.37 – Рентгенографічний кроулер JME-24



Рисунок 4.38 – Рентгенографічний кроулер RAYCRAFT

Основним призначенням рентгенографічних кроулерів є контроль зварних швів системи. Для оператора, що рухається з апаратом зовні трубопроводу, кожен шов перевірити досить складно. Знаходячись усередині системи кроулер, виконує цю роботу швидше і якісно. Широка популярність кроулерів в проведенні рентгенографічної дефектоскопії обумовлена їх високою точністю і оперативністю, виконуваної ними роботи, а також можливість вживання в будь-яких магістральних трубопроводах, навіть розміщених в морських глибинах.

Особлива увага приділяється безпеці рентгенографічних кроулерів. Їх система пересування обладнана спеціальними пристроями, що не дозволяють модулю розвивати швидкість більше заданих параметрів, крім того ці пристрої автоматично повертають модуль до місця його старту. Дистанційний спосіб управління модулем може у будь-який момент забезпечити повернення устаткування до місця старту.

На рис.4.39 схематично показана конструкція кроулера. Де 1 - самохідний візок, 2 - панорамний рентгенівський апарат, 3,4 - приймач проникаючого випромінювання (два іонізаційні лічильники з детекторами), 5 - командоапарат, 6 - контрольований зварний шов труби, 7 - виносний пульт керування, 8 - рентгенівська плівка.

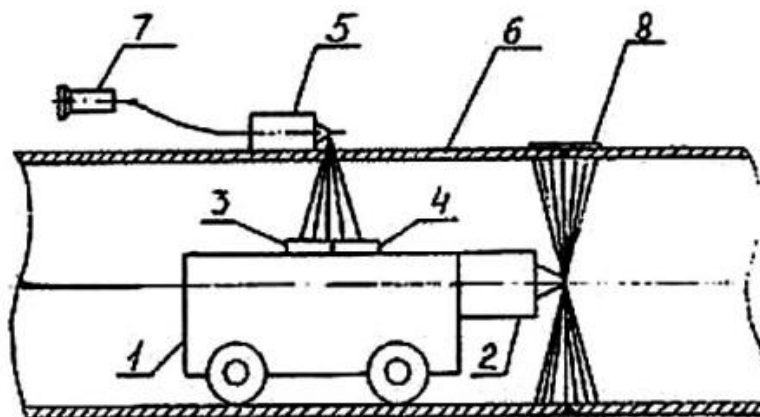


Рисунок 4.39 – Схематична показана конструкція кроулера

Командний апарат працює на двох фіксованих частотах генерування рентгенівських імпульсів – одна з них 10 Гц, відповідає стандартній команді на рух кроулера вперед, інша – величиною 5 Гц – руху кроулера назад.

Завдяки спеціальному коліматору він має вузьконаправлену діаграму випромінювання строго всередину труби. При попаданні випромінювання командного апарату на детектор 3, кроулер уповільнює свій рух, а при спрацюванні детектора 4, він зупиняється в положенні, коли фокус випромінювання панорамного апарату 2 знаходиться на лінії, перпендикулярній контрольованому шву труби 6 і рентгенівській плівці 8. При цьому оператора не тримає командний апарат в руках, а керує ним за допомогою виносного пульта з абсолютно безпечної відстані. Після зупинки кроулера командний апарат вимикається. Це є сигналом для запуску панорамного випромінювача і одержання результатів рентгенівської зйомки.

Техніка безпеки при радіаційному контролі

Дотримання техніки безпеки при радіаційному контролі повинно здійснюватися згідно із Правилами та нормативними документами:

- «Основні санітарні правила забезпечення радіаційної безпеки України» (МОЗ). Наказ № 294 від 04.06.2007;

- «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)» Постанова № 62 від 01.12.1997 (МОЗ);

- галузеві нормативи, наприклад Вимоги та умови безпеки провадження діяльності з використання джерел іонізуючого випромінювання Державний комітет ядерного регулювання України, Наказ від 02.12.2002р. № 125.;

- правила ядерної та радіаційної безпеки при перевезенні радіаційних матеріалів (ПБПРМ-2006), затверджених наказом Державного комітету ядерного регулювання України від 30.08.2006 N 132, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 18.09.2006 за N 1056/12930;

- вимоги та умови безпеки під час провадження діяльності з використання джерел іонізуючого випромінювання у радіоізотопній дефектоскопії. Державний комітет ядерного регулювання України. Наказ №121 від 21 .09.2010 р.

ТЕСТИ

1 Чутливість радіографії:

- а) 5...10 %;
- б) 1...2 %;
- в) 10...20 %.

2 Чутливість інтроскопії:

- а) 2...4 %;
- б) 3...8 %;
- в) 5...15 %.

3 Чутливість радіометрії:

- а) 0,3...1 %;
- б) 2...5 %;
- в) 5...10 %.

4 Типи еталонів для радіаційного методу:

- а) ямковий, голковий, плаский;
- б) канавковий, пластинчастий, дротяний;
- в) еталон № 1, еталон № 2, еталон № 3.

5 На яких засадах ґрунтується можливість контролю зварних з'єднань радіаційними методами:

а) Можливість контролю ґрунтується на здатності іонізуючих випромінювань проникати з тим або іншим ступенем ослаблення через зварні з'єднання і впливати на реєструючий пристрій.

б) Можливість контролю ґрунтується на здатності іонізуючих випромінювань проникати у сталі і чавуни будь якої товщини, і на екрані фокусується зображення дефекту.

в) В основі метода закладено здатність радіаційного випромінювання іонізувати атоми та молекули при проходженні випромінювання через матеріал. В результаті взаємодії радіаційного випромінювання з атомами та молекулами матеріалу речовині матеріалу надається додаткова енергія, достатня для розриву міжатомних зв'язків з утворенням позитивних та негативних іонів. В результаті радіаційного просвічування зварного шва тіньове зображення внутрішньої структури просвічуваного об'єкту фіксується на фотоплівці, фотопапері.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 **Базієвський, С.Д.** Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання : підручник / С.Д. Базієвський, В.Ф. Дмитришин. – Київ : Видавничий Дім „Слово”, 2004. – 504 с. – ISBN 966-8407-27-X.
- 2 **Белкин, И.М.** Средства линейно-угловых измерений : справочник / И.М. Белкин. – М. : Машиностроение, 1987. – 368 с.
- 3 **Белкин, И.М.** Справочник по допускам и посадкам / И.М. Белкин. – М. : Машиностроение, 1985. – 320 с.
- 4 **Боженко, Л.І.** Стандартизація, метрологія та кваліметрія у машинобудуванні : навч. посібник / Л.І. Боженко. – Львів : Світ, 2003. – 328 с. – ISBN 966-603-200-7.
- 5 ГОСТ 8.051-81. Государственная система обеспечения единства измерений. Погрешности, допускаемые при измерении линейных размеров до 500 мм. – Взамен ГОСТ 8.051-73; введ. 1982-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 1982. – 10 с.
- 6 ДСТУ 1.0-93. Державна система стандартизації України. Основні положення. – Чинний від 01.01.93 // Державна система стандартизації. – К. : Держстандарт України, 1993. – 21 с.
- 7 ДСТУ 1.2-93. Державна система стандартизації України. Порядок розроблення державних стандартів. – Чинний від 01.01.93 // Державна система стандартизації. – К. : Держстандарт України, 1993. – 46 с.
- 8 ДСТУ 2681-94. Державна система забезпечення єдності вимірювань. Метрологія. Терміни та визначення. – Чинний від 01.01.95 // Державна система стандартизації. – К.: Держстандарт України, 1994. – 68 с.
- 9 **Димов, Ю.В.** Метрология, стандартизация и сертификация : учебник для вузов / Ю.В. Димов. – 2-е изд. – СПб. : Питер, 2004. – 432 с. – ISBN 5-318-00428-8.
- 10 **Желєзна, А.М.** Основи взаємозамінності, стандартизації та технічних вимірювань: навч. посібник / А.М. Желєзна, В.А. Кирилович. – К. : Кондор, 2004. – 796 с. – ISBN 966-7982-94-7.
- 11 **Клевлеев, В.М.** Метрология, стандартизация и сертификация : учебник / В.М. Клевлеев, И.А. Кузнецова, Ю.П. Попов. – М. : ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. – 256 с. – ISBN 5-8199-0061-8 (ФОРУМ). ISBN 5-16-001156-0 (ИНФРА-М).
- 12 **Лифиц, И.М.** Стандартизация, метрология и сертификация : учебник / И.М. Лифиц. – М. : Юрайт-Издат, 2002. – 296 с. – ISBN 5-94879-010-X.
- 13 **Никифоров, А.Д.** Метрология, стандартизация и сертификация : учеб. пособие / А.Д. Никифоров, Т.А. Бакиев. – М. : Высш. школа, 2002. – 422 с. – ISBN 5-06-004078-X.
- 14 **Никифоров, А.Д.** Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения : учеб. пособие / А.Д. Никифоров. – 2-е изд., стер. – М. : Высш. школа, 2002. – 510 с. – ISBN 5-06-003848-3.

- 15 **Палей, М.А.** Допуски и посадки : справочник : в 2 ч. Ч.1. / М.А.Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 8-е изд., пере раб. и доп. – СПб. : Политехника, 2001. – 576 с.
- 16 **Палей, М.А.** Допуски и посадки : справочник : в 2 ч. Ч.2. / М.А.Палей, А.Б. Романов, В.А. Брагинский. – 8-е изд., пере раб. и доп. – СПб. : Политехника, 2001. – 608 с.
- 17 **Саранча, Г.А.** Метрологія, стандартизація та управління якістю : підручник / Г.А. Саранча, Г.К. Якимчук. – К. : Основа, 2004. – 376 с. – ISBN 966-699-046-6.
- 18 **Сергеев, А.Г.** Метрология : учеб. пособие для вузов / А.Г.Сергеев, В.В. Крохин. – М. : Логос, 2001. – 408 с. – ISBN 5-94010-039-2.
- 19 **Фомин, В.Н.** Квалиметрия. Управление качеством. Сертификация : курс лекций / В.Н. Фомин. – М. : Ассоциация авторов и издателей «ТАНДЕМ». Изд-во «ЭКМОС», 2000. – 320 с. – ISBN 5-88124-080-4.
- 20 **Цюцюра, С.В.** Метрологія, основи вимірювань, стандартизація та сертифікація : навч. посібник / С.В. Цюцюра, В.Д. Цюцюра. – 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : Знання, 2005. – 242 с. – ISBN 966-8148-67-3.
- 21 **Шаповал, М.І.** Основи стандартизації, управління якістю і сертифікації : підручник / М.І. Шаповал. – 3-тє вид., перероб. і доп. – К. : Вид-во Європ. Ун-ту, 2002. – 174 с. – ISBN 966-7508-04-8
- 22 Метрологія, стандартизація, сертифікація та управління якістю в системах зв'язку / Л.В. Коломієць, П.П. Воробієнко, М.Т. Козаченко, М.Б. Налісний, В.Л. Серебрін, Л.О. Козаченко, О.В. Грабовський, Л.О. Лебединська. – Одеса: ТОВ «ВМВ», 2009.–376 с. ISBN 978-966-413-101-5.
- 23 Метрологія та вимірювання : навч. посіб. / Стадник Б. І., ред. – Львів : Львів. політехніка, 2012. – 312 с.
- 24 **Стойко, І.І.** Стандартизація, сертифікація, метрологія (Програма, курс лекцій, практичні заняття, самостійна робота, індивідуальні завдання, тести, нормативні документи). Навч.-метод. посібник. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2018. – 212 с.