

Тема 1. Якість продукції та технологія контролю. Класифікація методів неруйнівного контролю

Мета вивчення теми – здобуття загальних знань про методологію та види технологічного контролю.

План лекції (2год):

1.1 Призначення дисципліни. Загальні поняття про технологічний контроль.

1.2 Класифікація методів технічного контролю.

1.3 Методи неруйнівного контролю та їх ефективність.

1.1 Призначення дисципліни. Загальні поняття про технологічний контроль.

При виробництві матеріалів і деталей неминуче утворюються деякі дефекти різного походження. Одні з них зароджуються в процесі початкової стадії формування деталі (лиття, штампування й т.п.); інші – при наступних операціях технологічного процесу (зварювання, термічна й механічна обробка й т.п.), причому деякі дефекти по ходу технологічного процесу можуть зникати (невідповідність структури й ін.), і навпаки, при подальшій обробці до первісних дефектів металу можуть додаватися нові (наприклад, тріщини при термічній обробці), тому необхідно контролювати показники якості на усіх стадіях виробництва та подальшої експлуатації. Сама вивченню методів контролю, які дозволяють проводити технічне діагностування об'єктів без порушення їх цілостності та працездатності в присвячений даний курс.

Технічним контролем називається перевірка відповідності продукції або процесу встановленим технічним вимогам, від яких залежить якість продукції [ДЕРЖСТАНДАРТ 16504–81].

Сутність технічного контролю зводиться до одержання інформації про фактичний стан об'єкта контролю (матеріалу, виробу, технічної системи в цілому), про ознаки й показники його властивостей і наступному зіставленню отриманої первинної інформації із заданими критеріями (тобто ознаками), нормами й вимогами.

Важливою властивістю продукції з погляду технічного контролю є її **контролепригодність** – властивість конструкції або виробу забезпечувати можливість, надійність і зручність її контролю в процесі виготовлення, випробування, технічного обслуговування й експлуатації.

У випадку якщо деталь не контролепригодна, конструкторові необхідно закласти більший запас міцності на деталь.

Системою контролю називається сукупність засобів контролю, виконавців і об'єктів контролю, взаємодіючих за правилами, установленими відповідної нормативною документацією.

Засіб контролю – технічний пристрій, речовина або матеріал для проведення контролю.

Якщо засіб контролю забезпечує можливість виміру контрольованої величини, то контроль називається **вимірювальним**. Контроль, при якому первинна інформація сприймається засобом органів почуттів без засобів контролю, називається **органолептичним**. Це найчастіше візуальний контроль. Також за допомогою органів почуттів можуть контролюватися запах (у парфумерії), смак (дегустація у виноробстві).

Об'єкт технічного контролю – продукція, що зазнає контролю, процеси її створення, застосування, транспортування, зберігання, технічного обслуговування й ремонту, а також відповідна технічна документація.

Об'єктами контролю є предмети праці (виробу, матеріали, технічна документація), засобу праці (устаткування підприємств) і технічні процеси.

Методика контролю – сукупність правил застосування певних принципів і засобів контролю. У методику контролю входять також питання обробки цієї інформації. Методика викладається в **документації на контроль** – правилах, по яким виконують контроль, реєструють і оцінюють результати контролю.

У методику контролю в загальному випадку входять розділи:

- область застосування методики;
- мета контролю;
- спосіб відбору й обсяг контрольованих вибірок;
- перелік контрольованих параметрів і їх норми;
- перелік необхідних засобів контролю;
- опис робочого місця для проведення контролю;
- опис порядку виконання кожного технологічного переходу контрольної операції із вказівкою використовуваних пристроїв, інструментів та ін.;
- форма вистави отриманої первинної інформації (зміст і вид документації, що реєструє дані контролю);
- правила обробки первинної інформації й правила прийняття розв'язків.

1.2 Класифікація методів технічного контролю

Методи контролю визначають правила застосування певних принципів і засобів контролю, які, у свою чергу, залежать від мети контролю. Існують прямі й непрямі методи контролю.

Прямі методи здійснюють досягнення мети контролю безпосередніми вимірами шуканих характеристик об'єкта. Наприклад, вимір сили струму, лінійних розмірів, швидкості обертання.

В основі **непрямих методів** закладений заздалегідь установлений зв'язок (детермінований або імовірносний) вимірюваних величин із шуканими показниками. Наприклад, контроль температури термопари по виміру її електричного опору.

До методів контролю пред'являється ряд вимог:

1. **Неруйнуюча дія операцій контролю**, що забезпечує досягнення мети контролю без розкриття й ушкодження об'єкта, що й дозволяє продовжити експлуатацію або випробування після проведення контролю.

2. **Точність і вірогідність результатів** контролю. Вірогідність контролю визначається як досить мала відмінність вимірюваної величини від її дійсного значення при заданому рівні довірчої імовірності. Точність і вірогідність результатів контролю в значній мірі визначаються обсягом отриманих статистичних даних.

3. **Відтворюваність результатів** контролю, що означає, що при повторних результатах контролю тих же самих об'єктів будуть отримані співпадаючі розв'язки незалежно від того, хто проводить контроль.

4. **Економічність** контролю, обумовлена необхідними затратами ресурсів (часу, енергетичних і матеріальних витрат, праці, інтелекту й т.п.), що йдуть на забезпечення заданої достовірності одержуваних результатів.

5. **Довільний стан об'єкта контролю** (може перебувати у включеному або виключеному режимі, повністю зібраному або технологічно незавершеному виді, у справному або відказному станах).

6. Можливість використання для контролю **стандартних вимірювальних засобів** і систем.

7. Забезпечення **метрологічної єдності** контрольних операцій і математичного апарата обробки результатів вимірів на різних етапах виробництва й експлуатації об'єкта.

Класифікація методів технічного контролю може бути проведена по наступних ознаках.

1. Залежно від **етапу процесу виробництва** продукції:

а) контроль *проектнування* – полягає в перевірці технічної документації;

б) *виробничий*;

в) *експлуатаційний* – розрізняють *вхідний*, *профілактичний* (необов'язковий) і *поточний* (обов'язковий).

2. Залежно від **етапу процесу виробництва**:

а) *вхідний* – містить у собі:

- контроль продукції постачальника (матеріалів, напівфабрикатів, покупних виробів) на початковому етапі виробництва продукції;

- контроль комплектуючих виробів, що надходять від інших ділянок (цехів) цього ж підприємства або контроль продукції, що надходить до споживача на вході експлуатаційного циклу;

б) *операційний* – контроль продукції або під час виконання або після завершення технологічної операції з метою своєчасного запобігання відхилень від вимог конструкторської й нормативної технічної документації при виготовленні деталей, складальних одиниць;

в) *приймальний* – контроль готової продукції з метою встановлення придатності до поставки або використання бездефектних укомплектованих виробів;

г) *інспекційний* – проводиться з метою перевірки ефективності раніше виконаного контролю; оцінюється фактичний рівень якості продукції й

видається відповідний документ – сертифікат; виявлення повторюваних дефектів, їх облік, аналіз, установлення причин.

3. Залежно від **обсягу контрольованої партії** продукції:

- *суцільний* – перевірки підлягають усі виробы, що входять у контрольовану партію;
- *вибірковий* – перевіркузнає деяка вибірка від цієї партії.

4. **По характеру впливу на технологічний процес:**

а) *пасивний*;

б) *активний* – виконується безпосередньо в процесі виготовлення продукції вимірювальними приладами, вбудованими в технологічне обладнання. Прилади активного контролю безупинно дають показання про величину контрольованого параметра й використовуються в якості датчиків для автоматичного керування процесом виготовлення продукції.

5. **По характеру впливу на об'єкт:**

а) *руйнуючий контроль* — це сукупність таких видів контролю, які вимагають відбору проб або вирізки зразків безпосередньо з матеріалу об'єкта, при цьому об'єкт залишається неприцездатним до відновлення місць відбору проб (зразків). До руйнуючих видів контролю відносяться:

- лабораторний хімічний аналіз матеріалу об'єкта (вимагає насверлювання певного обсягу стружки);
- металографія (дослідження структури металу об'єкта; вимагає вирізки шліфів);
- лабораторні механічні випробування матеріалу об'єкта на розтягання, стискання, вигин, ударну в'язкість (вимагає вирізки спеціальних зразків - темплетів).

б) *контроль, що ушкоджує* - це сукупність таких видів контролю, які проводяться безпосередньо на об'єкті, при цьому об'єкт зберігає працездатність, але в місцях контролю залишаються не перешкоджаючі експлуатації непереборні сліди. До видів контролю, що ушкоджує відносяться:

- вимір твердості (твердометрія) вдавленням спеціальних інденторів (бабітові кульки, алмазні наконечники: на поверхні об'єкта залишається вм'ятина);
- стилоскопіювання (оцінка марки стали по складу оптичного спектра вольтової дуги, створюваної між електродом спеціального приладу - стилоскопа й поверхнею об'єкта, на якій залишається припик).

в) *неруйнуючий контроль (НК)* - це сукупність таких видів контролю, які проводяться безпосередньо на об'єкті, при цьому справний об'єкт зберігає працездатність без яких-небудь ушкодження матеріалу.

Неруйнуючі методи контролю (НМК), або дефектоскопія- це узагальнююча назва методів контролю матеріалів (виробів), використовуваних для виявлення порушення суцільності або однорідності макроструктури, відхилень хімічного складу й інших цілей, що не вимагають руйнування зразків матеріалу й/або виробу в цілому.

Економічним обґрунтуванням застосування методів НК є підвищення надійності, довговічності експлуатації виробів, а в ряді випадків і продовження ресурсу роботи.

1.3 Методи неруйнівного контролю та їх ефективність

За ДСТ 18353–79 виділяється **9 видів НК**:

- 1) магнітний;
- 2) електричний;
- 3) вихреструмний;
- 4) радіохвильовий;
- 5) тепловий;
- 6) візуально-оптичний;
- 7) радіаційний;
- 8) акустичний,
- 9) проникаючими речовинами.

Магнітний метод контролю заснований на реєстрації магнітних полів розсіювання, що виникають над дефектами, або на визначенні магнітних властивостей контрольованих виробів. Його застосовують, як правило, для контролю об'єктів, виконаних з феромагнітних матеріалів. При цьому методі у всіх випадках використовують об'єкти, що намагнічують й вимірюють параметри, використовувані при контролі магнітними методами.

Вихреструмний метод (електромагнітний метод) заснований на реєстрації й аналізі взаємодії електромагнітного поля вихреструмного перетворювача з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться в контрольованому об'єкті. Цим методом контролюють вироби з елеутропровідних матеріалів.

Електричний метод НК полягає в реєстрації параметрів електричного поля, взаємодіючого з контрольованим об'єктом. Інформативними параметрами є електрична ємність або потенціал. Ємнісний вид методу застосовують для контролю діелектричних або напівпровідникових матеріалів. По зміні діелектричної проникності контролюють хімічний склад пластмас, напівпровідників, наявність у них ннесуцільностей, вологість сипучих матеріалів і ін. Потенційний вид використовують для контролю товщини провідного шару напівпровідників, наявності в них дефектів.

Радіохвильовий метод НК заснований на реєстрації змін параметрів електромагнітних хвиль радіодіапазону, взаємодіючих з контрольованим об'єктом. Звичайно застосовують хвилі надвисокої частоти довжиною 1...100 мм і контролюють виробу з матеріалів, де радіохвилі не дуже сильно загасають: діелектрики (пластмаси, кераміка, скловолокно), магнітодіелектрики (ферити), напівпровідники, тонкостінні металеві об'єкти. Інформативними параметрами є амплітуда, фаза, вектор поляризації, частота, час поширення хвиль.

Тепловий метод НК полягає в реєстрації зміни теплових полів контрольованого об'єкта. Його застосовують до об'єктів, виконаних з будь-яких матеріалів і товщин.

Візуально-оптичний метод НК заснований на спостереженні й аналізі параметрів оптичного випромінювання, взаємодіючого з контрольованим об'єктом. При візуальному контролі вимірюваною характеристикою є зміна інтенсивності світла. Візуально контролюють вихідні матеріали, напівфабрикати, готову продукцію, виявляють відхилення форми й розмірів валиків зварених швів, вади матеріалу й обробки, поверхневі дефекти.

Однак можливості ока обмежені, і тому застосовують оптичні прилади (лупи, енто- і мікроскопи), які дозволяють розширити межі можливостей людського зору. Візуальний контроль із застосуванням оптичних приладів називають візуально- оптичним. Він полягає у використанні явища відбиття видимого світла від досліджуваного об'єкта.

Капілярні методи(проникаючими речовинами) засновані на капілярнім проникненні в порожнину дефектів контрольованих об'єктів пробних речовин, зокрема, індикаторній рідині, що добре змочує матеріал виробу. Їх застосовують для виявлення слабо видимих неозброєним оком поверхневих дефектів у виробках будь-яких матеріалів. Методи течей використовують для виявлення тільки наскрізних дефектів у замкнені (герметичних) ємностях. У порожнину дефекту пробна речовина проникає під дією або різниці тисків, або капілярних сил. Реєстрація минулої пробної речовини фіксується певним чином із зовнішньої сторони виробу.

Радіаційний метод НК заснований на реєстрації й аналізі проникаючого через об'єкт іонізуючого випромінювання. Інформативною ознакою методу є ослаблення інтенсивності іонізуючого випромінювання. Цей метод застосують до будь-яких матеріалів і дозволяє визначити не тільки макродефекти, але й мікроструктуру металів.

Акустичний метод НК полягає в реєстрації параметрів пружних хвиль, порушуваних або виникаючих в об'єктах. Найчастіше використовують пружні хвилі УЗ діапазону (із частотою коливань $f > 20$ кГц). Цей метод називають ще УЗ. До акустичних методів ставиться акустическая емісія, коли у виробі виникають пружні коливання внаслідок перебудови структури, зародження й розвитку дефектів, корозійного розтріскування, пластичного деформування й ін.

Залежно від виду акустичного методу (УЗ дефектоскопія, акустична емісія) інформативними ознаками є амплітуда, фаза, час поширення, число імпульсів, амплі- тудночастотний спектр, щільність сигналів і ін.

При виборі методу НК деталі або вузла завжди необхідно враховувати характер або вид передбачуваного дефекту і його розташування, чутливість можливого методу контролю, умови роботи деталі й технічні умови на виріб, матеріал деталі, стан.

Для виявлення поверхневих дефектів застосовні всі методи, але, як правило, найбільш ефективні з них візуально- оптичний, магнітопорошковий і капілярний. Для виявлення подповерхностних несплошностей ефективні УЗ, вихретоковий, магнітопорошковий, а внутрішніх – тільки методи УЗ і радіографічний.

Умови експлуатації деталі визначають найбільш імовірні місця виникнення дефектів, пов'язаних з підвищеною концентрацією напруг, впливом знакозмінних навантажень, агресивних середовищ, температурних впливів. Також будь-які конструктивні або технологічні дефекти можуть стати вогнищами усталостного руйнування.

Фізичні властивості матеріалів мають найважливіше значення при виборі методів НК. Для застосування магнітного методу матеріал повинен бути феромагнітним і однорідним по магнітних властивостях структури. Вихретоковий метод контролю використовується, якщо матеріал електропровідний, однорідний за структурою й ізотропний по магнітних властивостях. Для УЗ контролю матеріал повинен мати гарні характеристики пружності.

Капілярні методи виправдані при непористому й стійкому до впливу органічних розчинників матеріалі. Застосування методів просвічування іонізуючими випромінюваннями обмежується лише здатністю матеріалу поглинати дані випромінювання й товщиною матеріалу.

Застосування деяких методів для контролю виробів складної форми обмежене, наприклад, ультразвукового методу – через труднощі розшифрування результатів контролю й наявності мертвих зон, а капілярного – через труднощі виконання окремих операцій, особливо підготовки деталей до контролю й видалення з поверхні проникаючої рідини.

Великогабаритні вироби контролюють, якщо дозволяє кінструкція, вроздріб.

При визначенні зони контролю звертають увагу на відсутність у ній конструктивних елементів, що заважають проведенню того або іншого методу НК, наприклад, при контролі УЗ наявність отворів, заклепок болтів і т.д.

Стан і ступінь шорсткості поверхні дуже сильно впливають на вибір методу контролю. Чутливість методів НК, особливо магнітопорошкового, капілярних, УЗ залежить від ступеня шорсткості поверхні, наявності на ній різних захисних покриттів. Капілярні методи не можуть бути виконані по лакофарбових покриттях. Вихретоковий контроль можливий при наявності покриттів товщиною 0,2...0,5 мм. УЗ контроль, наприклад зварених з'єднань, проводять при шорсткості менше Rz 40 мкм.

Умови контролю й наявність доступу до об'єкта контролю також сильно впливають на вибір методу НК. Як правило, НК виконується при температурі вище 0 °С. Зона контролю повинна бути обгороджена від джерел забруднення (наприклад, від пилу зачисних машинок), а умови контролю бути безпечною, щоб увага дефектоскопіста було повною мірою спрямоване на об'єкт контролю.

Більшість методів НК може бути застосоване для контролю при доступі до деталі з однієї сторони. Метод просвічування іонізуючими випромінюваннями вимагає доступу із двох сторін деталі.

Методи НК вибирають із урахуванням перерахованих факторів. Дуже часто застосування одного методу недостатньо для перевірки якості виробу по

необхідних параметрах. У таких випадках використовують комплекс методів НК.

Для обслуговуючого персоналу найнебезпечніші радіаційні методи. Певну токсичність мають методи капілярні й течеискания при використанні деяких типів пробних речовин і ультрафіолетових освітлювачів. Помітного впливу інших методів на здоров'я обслуговуючого персоналу не встановлено.

По можливостях автоматизації контролю найбільш сприятливі вихреструмний вид контролю, магнітні методи з феррозондовими, індукційними й тому подібними типами перетворювачів, радіаційний радіометричний метод і деякі види теплових.

Головні їхні переваги полягають у відсутності необхідності прямого контакту перетворювача з виробом і виставі інформації про дефекти у вигляді показань приладів. Перерахованим методам уступає ультразвуковий контроль, для якого обов'язковий акустичний контакт перетворювачів з виробом, наприклад через шар води. Труднощі автоматизації інших методів полягає в необхідності візуальної обробки даних про дефекти, які ці методи виявляють.

За вартістю виконання контролю до найбільш дорогих ставляться методи радіографічні й капілярні. Це пов'язане із тривалістю операцій контролю, а також необхідністю капітальних витрат на встаткування й приміщення. Низькою продуктивністю також відрізняється капілярний контроль. Якщо порівнювати, наприклад, витрати на радіаційний і ультразвуковий контроль зварених з'єднань товщиною 10...20 мм, то для ультразвукового контролю вони будуть в 3...5 раз менше.

При виборі методу контролю необхідно враховувати чутливість методу.

Чутливість - -ширина розкриття мінімального дефекту, що виявляється даним методом.

Чутливість візуального контролю 0,1мм (100 мкм), капілярного – 1 мкм, магнітно-порошкового 0,15 мкм, радіохвильового – 0,3 мкм.

Узагальнюючи все сказане, необхідно помітити, що при зіставленні методів неруйнівного контролю і при виборі конкретного методу найбільш важливою характеристикою є можливість виявити дефект

Питання для самоперевірки

1. Визначення терміну «неруйнівний контроль» і класифікацію видів неруйнівного контролю.
2. Подати визначення термінів: «об'єкт» та «метод» контролю.
3. Подати визначення термінів: «вхідний», «операційний», «приймальний», «вибірковий», «суцільний» контроль.
4. Основні вимоги, що висуваються до контролю.
5. Класифікація методів неруйнівного контролю.